

GALILEO



RIVISTA DI INFORMAZIONE,
ATTUALITÀ E CULTURA
DEGLI INGEGNERI DI PADOVA

181



Pali di fondazione
per il recupero di un edificio
Padova, via Bronzetti



COS.IDRA.SRL

OPERE SPECIALI DI FONDAZIONE PALIFICAZIONI, MICROPALI, TIRANTI, JET GROUTING, INIEZIONI
COSTRUZIONI IDRAULICHE LAVORI IDRAULICI, MOVIMENTI TERRA, BONIFICHE

Via Longhin 131- 35129 Padova

Interventi di ricalibratura
del canale Piovego di Villabozza
Arsego, Padova

Consorzio Venezia Nuova





In copertina: S. Los, Scuola materna a Crosara di Marostica (Vicenza), 1972 (nostra elaborazione).

Editore Collegio degli Ingegneri della Provincia di Padova, piazza G. Salvemini 2, 35131 Padova, tel e fax 0498756160, www.collegioingegneripadova.it, segreteria@collegioingegneripadova.it • **Direttore responsabile** Enzo Siviero, enzo.siviero@progeest.com • **Codirettore** Pasqualino Boschetto, pasqualino.boschetto@unipd.it • **Comitato di gestione** Pierantonio Barizza, Fabio Bonfà, Gian Luigi Burlini, Enzo Siviero • **Comitato di redazione** Paolo Caporello, Luigi Casalucci, Stefano Casarotti-Todeschini, Guido Cassella, Paolo Foletto, Giuliano Marella, Paolo Monteforte, Sara Orio, Lidia Pelli, Giorgio Romaro, Michele Sanfilippo, Giorgio Simioni, Francesco Spolaore, Filippo Squarcina, Pierangelo Valerio • **Impaginazione, redazione** Queen's Srl, via Zabarella 58, 35121 Padova, tel/fax 0498759328, 3296381227, redazione@galileo.191.it • **Pubbliche relazioni** Giorgia Roviato, tel/fax 049/8070956, g.roviato@virgilio.it • **Stampa** La Photograph, via L. da Zara 8, 35020 Albignasego, Pd, telefono 0498 625690, fax 0498 625691 • **Autorizzazione Tribunale di Padova** n. 1118 del 15 marzo 1989 • **Spedizione in abbonamento postale** 45%, art. 2, comma 20/b, legge 662/96, Filiale di Padova • **ISSN** 1122-9160 • **Avvertenze** La Direzione non si assume alcuna responsabilità per eventuali danni causati da informazioni errate. Gli articoli firmati esprimono solo l'opinione dell'autore e non impegnano in alcun modo né l'editore né la redazione • **Tutela della privacy** Qualora siano allegati alla rivista, o in essa contenuti, questionari oppure cartoline commerciali, si rende noto che i dati trasmessi verranno impiegati a scopo di indagine di mercato e di contatto commerciale, ex D.L. 123/97. Si informano gli abbonati che il loro indirizzo potrà essere impiegato anche per l'inoltro di altre riviste o di proposte commerciali. È diritto dell'interessato richiedere la cancellazione o la rettifica, ai sensi della L. 675/96. **Norme generali e informazioni per gli autori** Galileo pubblica articoli di ingegneria, architettura, legislazione e normativa tecnica, attualità, redazionali promozionali. Viene inviato gratuitamente agli iscritti all'Ordine e al Collegio degli Ingegneri della provincia di Padova, nonché a persone, enti e istituzioni selezionati su tutto il territorio nazionale. Iscrizione annuale al Collegio, aperta anche ai non ingegneri: 30 Euro da versare sul c/c 473045, Banca di Credito Cooperativo di Sant'Elena, Agenzia di Padova, ABI 08843, CAB 12100. Gli articoli vanno inviati a: redazione@galileo.191.it. L'approvazione per la stampa spetta al Direttore che si riserva la facoltà di modificare il testo nella forma per uniformarlo alle caratteristiche e agli scopi della Rivista dandone informazione all'Autore. La proprietà letteraria e la responsabilità sono dell'Autore. Gli articoli accettati sono pubblicati gratuitamente purché non superino i cinquemila caratteri e le cinque illustrazioni. Per testi superiori viene richiesto un contributo spese da valutare volta per volta. Tutte le illustrazioni – anche le fotografie – devono essere fornite in originale e avere un'unica numerazione consecutiva. Le immagini in formato digitale devono essere fornite in file singoli separati, non incapsulati nel testo. Bibliografia e note vanno riportate con numerazione progressiva seguendo l'ordine di citazione. Un breve curriculum professionale dell'autore (circa 60 parole) può essere inserito alla fine dell'articolo e comparirà nella stampa. Le bozze di stampa vanno restituite entro tre giorni dall'invio. Gli Autori possono ritirare a titolo gratuito tre copie della rivista, ulteriori copie (2,50 Euro a copia) possono essere richieste a pagamento alla Segreteria del Collegio degli Ingegneri, tel e fax 049 8756160, e-mail: segreteria@collegioingegneripadova.it.

In questo numero

I cambiamenti climatici. Cause, conseguenze e strategie di mitigazione
Stefano Schiavon, Roberto Zecchin
6

Il Cimitero Maggiore di Padova (1881-1928)
Stefano Coluzzi
10

Voci (di dentro) della Tecnologia dell'architettura: i morfemi, i tecnemi. Cultura e tecnica tra architettura e ingegneria
Pasquale Ventrice
14

Architettura & sostenibilità
Elisa Alfonsi
20

Il Ponte di tutti e di nessuno
Piero Brombin
29

Architettura naturale. Costruire sostenibile
Ennio Tosetto
30

Libero come nella parola, non gratuito come la birra
Antonio Tringali
32

Himalaya, sensazioni ed emozioni
Enzo Cucciniello
36

**«Confessioni di un apprendista stregone»
Anteprima di un libro di prossima pubblicazione**
Renzo Lucchiari
38

**Certificazione energetica degli edifici
Rispettiamo le regole**
A cura del Gruppo Impianti della FOIV
40

Gli anni di Galileo a Padova. Parte prima
Lamberto Bertoli
42

Marcatura CE dei prefabbricati
Riccardo Schvarcz
44

**La valutazione delle alternative tecnologiche
Un caso pratico**
Claudio Cuba
45

La Bacheca del Collegio
A cura di Pierantonio Barizza
46



fermacell

GioloCenter
per i professionisti delle finiture

Il sistema è particolarmente adatto per elevate richieste di isolamento acustico.

Inoltre le lastre FERMACELL sono utilizzate anche in presenza di sistemi di riscaldamento radiante a pavimento, come strato di distribuzione dei carichi, a supporto del rivestimento finale del pavimento.



strato desolidarizzante

Lastre
in gessofibra
FERMACELL
preaccoppiate
per sottofondi

Riempimento granulare
pesante FERMACELL
con struttura a nido d'ape

Assito di solaio
su struttura di legno

Sistemi di sottofondo con gessofibra FERMACELL

Guarda cosa c'è sotto un buon pavimento!

Per informazioni contattare:

GioloCenter s.r.l.

Via delle Industrie, 30
35020 Albignasego (PD)

Telefono 049-86 25 564 Fax 049-86 28 056

Mail: davide@giolocenter.it

www.giolocenter.it

Xella

Sistemi di costruzione a secco Srl

via Vespucci 47,
24050 Grassobbio (BG)

Tel 035-4522448 Fax 035-3843941

www.fermacell.it

Xella
Neues Bauen



300 anni di Carlo Goldoni

Auguri al padre del teatro italiano

Colloquio con Paolo Trevisi

Cenni sulle origini della famiglia Goldoni, la nascita, gli studi, i primi insuccessi, la riforma della commedia dell'arte e la nascita del "copione", il successo, i capolavori, le invidie, l'addio a Venezia, le memorie, la rivoluzione francese, la morte. Nel corso della serata il regista reciterà alcuni brani tratti dalle commedie.

*Teatro Grimani
a S. Giovanni Grisostomo*

Venerdì 9 novembre 2007, ore 21.00

Centro Universitario, Via Zabarella 82, Padova

Ingresso
libero

le serate di GALILEO

I cambiamenti climatici

Cause, conseguenze e strategie di mitigazione

Stefano Schiavon
Roberto Zecchin

L'obiettivo di questo articolo è presentare, per quanto possibile in modo organico, semplice e obiettivo il tema del riscaldamento globale. Per la stesura dell'articolo ci si è basati fedelmente sul documento redatto, votato e pubblicato quest'anno dal comitato intergovernativo sui cambiamenti climatici (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). Esso rappresenta la sintesi, delle varie ricerche svolte sul tema, che gode del consenso mondiale più ampio. Ci si è basati su tale documento poiché si desidera fornire ai professionisti dei dati condivisi dai più a livello mondiale, per poterli utilizzare nel loro lavoro e nelle loro argomentazioni. Si desidera inoltre stimolare, in modo costruttivo, l'interesse verso un problema che va a influenzare la nostra vita e quella delle generazioni future.

Che cosa si intende per mutamenti climatici?

I mutamenti climatici sono le variazioni a livello globale del clima. Cambiamenti dei valori medi o delle variazioni rispetto la media. Essi si producono a diverse scale temporali su tutti i parametri meteorologici: temperature massima e minima, precipitazioni, nuvolosità, temperature degli oceani eccetera. Sono generati sia da cause naturali che antropogeniche.

L'effetto serra

L'atmosfera influisce fondamentalmente sul clima: se non esistesse, la temperatura sulla Terra sarebbe di -20°C ; ma essa si comporta in modo differente in funzione della lunghezza d'onda della radiazione incidente. Il Sole, per la sua temperatura di circa 6000 K emette fondamentalmente a $5\text{ }\mu\text{m}$ e l'atmosfera lascia passare la radiazione. La Terra ha una temperatura molto inferiore e riemette parte della radiazione ma delle lunghezze d'onda molto più ampie, di circa $15\text{ }\mu\text{m}$, valori per i quali l'atmosfera non è trasparente. I gas serra contenuti nell'atmosfera impediscono ai raggi di uscire. Il risultato è che parte dell'energia riemessa rimane intrappolata e ciò causa un aumento della temperatura superficiale media. Questo fenomeno porta a una temperatura di equilibrio di circa 15°C , valore molto diverso da quello che si otterrebbe in assenza dell'atmosfera. Una variazione di questo equilibrio radiativo implica una variazione della temperatura media terrestre globale. Per misurare l'influenza di un singolo fattore sulla variazione dell'equilibrio, e perciò della temperatura, viene utilizzato il concetto di forzante radiativo.

Forzante radiativo

Il forzante radiativo è una misura dell'influenza di un fattore, quale ad esempio l'aumento dell'anidride carbonica nell'atmosfera, nell'alterare il bilancio di energia entrante ed uscente nel sistema terra-atmosfera. Esso è un indice dell'importanza di un fattore come un possibile meccanismo di cambiamento climatico. Un forzante radiativo positivo tende a riscaldare la superficie terrestre, un forzante negativo tende a raffreddarla. Il forzante radiativo viene espresso in watt su metri quadrati (W m^{-2}).

I gas serra

I principali gas serra sono l'anidride carbonica (CO_2), il vapore acqueo, l'ossido di diazoto (N_2O), il metano (CH_4) e l'ozono (O_3). I gas serra presenti in atmosfera possono essere sia di origine naturale che antropica. La presenza di gas serra nell'atmosfera terrestre implica che parte della radiazione emessa dal suolo riscaldato dal sole venga assorbita e riemessa in tutte le direzioni dell'atmosfera stessa. A causa di ciò, l'equilibrio radiativo della terra avviene ad una temperatura maggiore di quella che si otterrebbe in assenza di gas serra.

Che cos'è IPCC?

L'IPCC è l'organo costituito nel 1988 dall'ONU con l'obiettivo di valutare le informazioni scientifiche, tecniche e socioeconomiche dei cambiamenti climatici, il potenziale impatto dei cambiamenti e le opzioni per adattamento ai cambiamenti o la mitigazione degli stessi. Esso è l'organo internazionale con maggiore autorevolezza sull'argomento. L'IPCC, nel 1995, affermò che «la valutazione delle evidenze scientifiche suggerisce che esiste un discernibile influenza umana nei cambiamenti climatici». Ciò è stato il primo consenso mondiale sulle cause antropogeniche dei cambiamenti in corso. L'IPCC è organizzato in tre gruppi di lavoro (Working Group).

Il gruppo di lavoro I (WGI) si occupa delle basi scientifiche dei cambiamenti climatici.

Il gruppo di lavoro II (WGII) si occupa degli impatti dei cambiamenti climatici sui sistemi naturali e umani, delle opzioni di adattamento e della loro vulnerabilità.

Il gruppo di lavoro III (WGIII) si occupa della mitigazione dei cambiamenti climatici, cioè della riduzione delle emissioni di gas a effetto serra,

Che cos'è il UNFCCC?

La Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) è un trattato ambientale internazionale prodotto dalla Conferenza sull'Ambiente e sullo Sviluppo delle Nazioni Unite (UNCED, United Nations Conference on Environment and Development), informalmente conosciuta come Summit della Terra, tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992. Il trattato punta alla riduzione delle emissioni dei gas serra, sulla base dell'ipotesi di riscaldamento globale.

Il trattato, come stipulato originariamente, non poneva limiti obbligatori per le emissioni di gas serra alle nazioni individuali; era quindi legalmente non vincolante. Invece, esso includeva previsioni di aggiornamenti (denominati «protocolli») che avrebbero posto i limiti obbligatori di emissioni. Il principale di questi è il protocollo di Kyoto, che è diventato molto più noto che la stessa UNFCCC.

Gli Autori

Roberto Zecchin è professore ordinario di Impianti Termotecnici presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Padova e direttore del Dipartimento di Fisica Tecnica. Diplomato M.Sc. in Cryogenics presso l'Università di Southampton (UK). Svolge attività di ricerca nel campo della climatizzazione ambientale, del risparmio energetico e dell'acustica, attività documentata da molte pubblicazioni a livello nazionale e internazionale.

Stefano Schiavon è ingegnere meccanico, dottorando in ingegneria energetica, Università di Padova. Si occupa di analisi energetica degli edifici, con particolare attenzione al comfort termico e alla qualità dell'aria e alla loro influenza sulla produttività. Ha svolto un anno di dottorato in Cina (Tsinghua University), dove ha seguito il corso in «politiche energetiche per limitare i cambiamenti climatici» tenuto da uno degli autori del protocollo di Kyoto.

Quali sono le cause?

Naturali

Esistono cause naturali ai cambiamenti climatici. Ad esempio le variazioni delle emissioni solari, della composizione atmosferica, delle correnti oceaniche o dell'orbita terrestre. Queste possono modificare la distribuzione dell'energia e il bilancio radiativo terrestre, alternando così il clima planetario.

Antropogeniche

La concentrazione atmosferica globale di anidride carbonica (380 ppm), metano e ossido di diazoto è significativamente cresciuta a causa delle attività umane sin dal 1750 e ora abbondantemente eccede i valori pre-industriali (280 ppm). Negli ultimi 10000 anni il valore è stato pressoché costante, attorno 270 ppm. Gli andamenti sono rappresentati in figura 1. Negli ultimi 650000 anni il valore oscillava tra i 180 e i 300 ppm.

L'aumento globale della concentrazione di anidride carbonica è principalmente dovuto ai combustibili fossili, invece per quanto riguarda il metano e l'ossido di diazoto la causa principale è l'agricoltura e il cambio d'uso del territorio (*Cambio d'uso del territorio*: è il cambio di gestione o uso di un terreno dovuto all'azione dell'uomo. Questo può influire sulle proprietà termiche e chimiche, quali l'albedo, l'evaporazione, la traspirazione, l'accumulo di gas serra ecc.).

Il rapporto afferma, con una probabilità superiore al 90%, che l'influenza globale media delle attività umane sin dal 1750 sul riscaldamento del pianeta può essere espressa con un forzante radiativo pari a $+1,6$ [da $+0,6$ a $+2,4$] W m^{-2} . Nel precedente rapporto (2001) la probabilità era del 66%. Mentre l'influenza dei fattori naturali è molto modesta, ed è espressa con un forzante radiativo pari a $+0,12$ [da $+0,06$ a $+0,3$] W m^{-2} . Si è riuscito a dimostrare l'influenza dell'uomo anche su altri cambiamenti climatici oltre la temperatura, quali l'aumento della temperatura degli oceani, delle temperature medie continentali, delle temperature estreme e dei percorsi del vento.

Tendenze delle emissioni di gas a effetto serra

I principali incrementi dell'emissione di gas serra sono avvenuti nel settore della fornitura dell'energia (145%), dei trasporti (120%), dell'industria (45%) e del cambio d'uso del territorio (40%). Le emissioni dirette del settore civile, dal 1970 al 2004, sono cresciute del 26%, ma dopo il 1990 il valore è rimasto pressoché costante. Nel 2004 i Paesi industrializzati (Allegato I UNFCCC), rappresentativi del 20% della popolazione mondiale, e del 57% del prodotto interno lordo mondiale, hanno contribuito alle emissioni globali di gas serra per il 46%. Con le attuali regolamentazioni sulle emissioni dei gas serra e le azioni collegate allo sviluppo sostenibile, secondo il Rapporto, le emissioni continueranno a crescere nei prossimi decenni.

Quanto è cambiato e quanto cambierà il clima in futuro?

Di quanto è cambiato il clima?

Il rapporto quarto dell'IPCC afferma che il riscaldamento globale è inequivocabile, come mostrato dalle osservazioni fatte sull'aumento delle temperature medie globali dell'atmosfera e degli oceani, lo scioglimento dei ghiacciai e l'innalzamento medio globale del livello marino. Tali informazioni sono riassunte in figura 2. A livello continentale, regionale e degli oceani, numerosi cambiamenti a lungo termine sono già stati osservati. Tra questi si elencano: i cambiamenti nelle temperature artiche e nella quantità di ghiaccio presente in tale continente, la diffusione di cambiamenti nella quantità delle precipitazioni, nella salinità degli oceani, nei percorsi del vento e negli aspetti delle condizioni climatiche estreme quali siccità, piogge torrenziali, ondate di calore e intensità dei cicloni tropicali.

Di quanto cambierà il clima nel futuro?

Nel primo documento redatto dall'IPCC nel 1990, si affermava che l'incremento di temperatura media globale dal 1990 al 2050 stava nel intervallo tra $0,15$ e $0,3$ $^{\circ}\text{C}$. Questa previsione può essere ora comparata con il valore misurato pari a $0,2$ $^{\circ}\text{C}$. Ciò aumenta la confidenza nelle proiezioni a breve termine. Se le emissioni di gas serra continueranno ai valori attuali o superiori è pre-

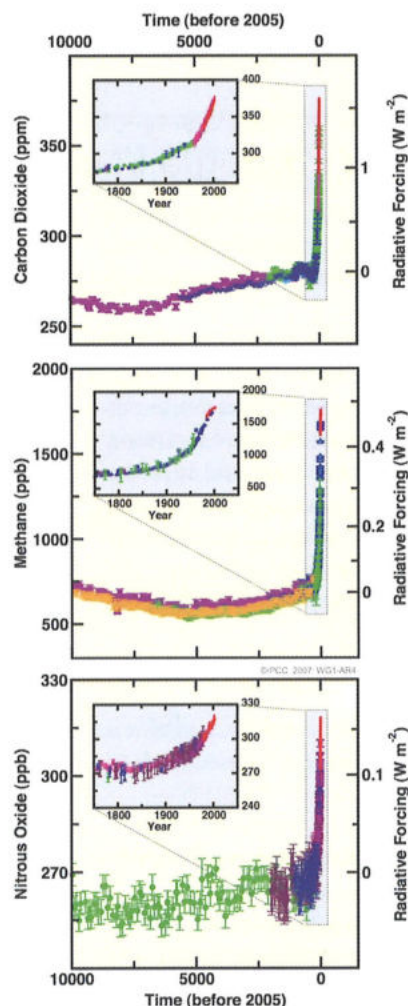


Figura 1. Concentrazione atmosferica dell'anidride carbonica, del metano e dell'ossido di azoto negli ultimi 10.000 anni (riquadro grande) e dal 1750 (riquadro piccolo). Le misure ottenute dall'analisi delle carote di ghiaccio sono segnate da colori differenti per differenti studi, quelle ottenute da analisi fatte nell'atmosfera sono segnate in rosso. Le corrispondenti forze radianti sono indicate nella parte destra del grafico. (Da: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*).

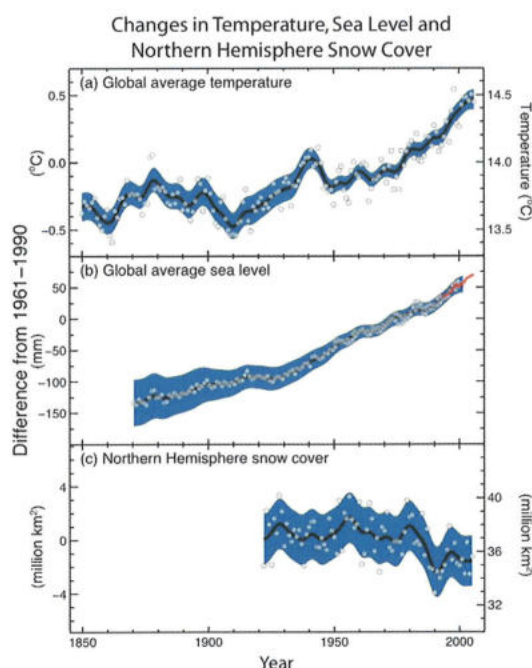


Figura 2. Osservazioni dei cambiamenti: (a) della temperatura globale superficiale media, (b) del livello globale medio dei mari usando dati ottenuti dal mareografo (blu) e dal satellite (rosso), (c) della copertura nevosa nell'emisfero nord tra marzo e aprile. Tutti i cambiamenti sono relativi al valore medio del periodo 1961-1990. La linea in nero rappresenta la media di dieci anni e i punti la media annuale. L'intervallo blu rappresenta l'incertezza del valore. (Da: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*).

Definizioni

Adattamento

L'adattamento a un cambiamento climatico indica la risposta di un sistema naturale o umano ad una variazione attuale o futura del clima in modo da ridurre i potenziali danni, cogliere i benefici e affrontare le conseguenze. Esistono vari tipi di adattamento (reattivi e anticipatori, privati e pubblici, programmati e incontrollati ecc.).

Impatti

Gli impatti sono le conseguenze dei cambiamenti climatici. Esistono gli impatti potenziali e quelli residui. Gli impatti potenziali sono quelli causati dai cambiamenti climatici senza tenere in considerazione la capacità di adattamento del sistema. Gli impatti residui sono gli impatti dei cambiamenti climatici quando si considera anche la capacità di adattamento del sistema.

Mitigazione

La mitigazione è l'azione umana volta a ridurre le sorgenti o a aumentare i pozzi di assorbimento dei gas serra.

Potenziale di riscaldamento globale (Global Warming Potential-GWP)

È un valore che indica quanto un gas serra contribuisce al riscaldamento globale. Descrivendo le caratteristiche radiative di una miscela di gas serra, esso rappresenta l'effetto combinato della capacità dei gas di assorbire la radiazione infrarossa emessa dalla terra e il tempo che questi gas rimangono nell'atmosfera.

Vulnerabilità

La vulnerabilità indica il grado di sensibilità di un sistema agli effetti negativi dei cambiamenti climatici. La vulnerabilità è una funzione del carattere, dell'intensità della frequenza del cambiamento climatico a cui il sistema è esposto.

visto un aumento del riscaldamento globale, e molti cambiamenti nel sistema climatico globale del XXI secolo saranno molto probabilmente superiori a quelli osservati nel XX secolo.

Il rapporto afferma che nei prossimi vent'anni avverrà un riscaldamento di circa 0,2°C ogni dieci anni. Anche se la concentrazione di tutti i gas serra e aerosol fossero tenuti costanti ai livelli del 2000, è atteso un riscaldamento di 0,1°C ogni dieci anni.

Tutte le proiezioni che considerano tutti i possibili scenari prevedono che la temperatura media globale superficiale atmosferica nel 2100 potrebbe variare in un intervallo tra 1,1 e 6,4°C. La variazione dipende dai modelli e dagli scenari usati. In maniera simile, le proiezioni prevedono che il livello medio globale del mare nel 2100 potrebbe variare in un intervallo tra 0,19 e 0,58 m.

Il ghiaccio marino si ridurrà sia nell'Artico che nell'Antartico. È molto probabile che gli estremi di calore, le onde di calore e gli eventi di intensa precipitazione diverranno più frequenti. È probabile che i cicloni tropicali (e.g. tifoni e uragani ecc.) saranno più intensi, con venti più forti e precipitazioni più intense. Il rapporto conclude che il riscaldamento globale e l'innalzamento dei mari dovuti all'azione dell'uomo continueranno per più di un millennio a causa dell'inerzia del sistema climatico. Ciò accadrà anche se la concentrazione dei gas verrà stabilizzata.

Quali sono gli effetti del cambiamento climatico?

Gli effetti finora osservati dei cambiamenti climatici

Il rapporto afferma con una elevata confidenza che i recenti cambiamenti delle temperature medie regionali hanno una discernibile influenza sui sistemi naturali e umani.

Le osservazioni fatte su tutti i continenti e nella maggior parte degli oceani mostrano che molti sistemi naturali sono stati influenzati dai cambiamenti climatici regionali. Sono stati misurati dei cambiamenti nell'incremento in volume dei laghi glaciali, nell'aumento della portata media annuale e nell'anticipo del picco massimo primaverile delle portate nei fiumi alimentati dai ghiacciai o dalla neve. Il rapporto afferma con una elevatissima confidenza che il riscaldamento globale ha influenzato i sistemi biologici terrestri. Sono stati notati dei cambiamenti quali un anticipo temporale dei fenomeni primaverili (migrazione degli uccelli, fioritura ecc.) e un generale spostamento verso le regioni polari delle specie animali e vegetali. Inoltre, sono aumentate le alghe, il plancton animale e i pesci negli oceani alle elevate latitudini e la migrazione dei pesci di fiume avviene prima rispetto al passato.

Anche i sistemi umani sono stati influenzati, il rapporto cita gli effetti nella gestione dell'agricoltura e della silvicoltura nell'emisfero nord (anticipo nel periodo di semina), l'incremento della mortalità legata alle ondate di calore in Europa, la diffusione dei pollini alle medie ed elevate latitudini nell'emisfero nord, il cambiamento del tipo di attività umane nell'Artico (caccia e turismo) e nelle zone alpine (sport alpini).

Gli effetti futuri dei cambiamenti climatici

Il rapporto afferma che nel corso di questo secolo, la quantità d'acqua disponibile nelle regioni rifornite da acque che provengono dai ghiacciai e dalla neve diminuirà. In queste aree vive più di un sesto della popolazione mondiale.

Circa il 20-30% delle specie animali e vegetali saranno soggette a un aumento del rischio di estinzione se la temperatura globale media supererà i 1,5-2,5°C.

Alle basse latitudini, e specialmente nelle regioni tropicali e con lunghe stagioni secche, la produzione agricola diminuirà anche per piccoli incrementi della temperatura (1-2°C). Ciò farà aumentare il rischio di carestie.

Le proiezioni prevedono che fra circa sessant'anni molti milioni di persone ogni anno saranno vittime delle inondazioni a causa dell'incremento del livello del mare. Saranno particolarmente a rischio le zone a elevata densità abitativa, che hanno basse capacità di adattamento e che devono affrontare altre sfide quali le tempeste tropicali e l'abbassamento della costa. Il maggior numero di persone a rischio si troverà nei mega-delta dell'Asia e dell'Africa. Le piccole isole saranno particolarmente vulnerabili.

Le comunità povere saranno le più vulnerabili, in particolare quelle legate a zone ad alto rischio. Queste hanno meno capacità di adattamento e generalmente sono più dipendenti da risorse locali per il sostentamento. È probabile che l'esposizione ai cambiamenti climatici previsti influenzi la salute di milioni di persone. Tra gli effetti più probabili il rapporto sottolinea l'incremento della malnutrizione e dei disordini sociali a questa collegati e l'incremento di morti, feriti e malattie legate alle ondate di calore, alle alluvioni, alle tempeste agli incendi e alla siccità.

Il rapporto conclude che, per ciò che riguarda gli impatti futuri dei cambiamenti climatici, è molto probabile che il costo netto annuale, ascrivibile ai cambiamenti climatici, aumenti nel tempo con l'aumentare della temperatura. Se il riscaldamento sarà uguale o superiore ai 4°C è prevista una perdita media globale tra l'uno e i cinque punti percentuali del prodotto interno lordo.

Tabella 1. Tecnologie e azioni chiave per la riduzione delle emissioni in funzione del settore. Settori e tecnologie sono elencati senza un ordine previsto. Pratiche non tecnologiche come i cambiamenti di stile di vita non sono incluse in questa tabella.

Settore	Tecnologie e azioni
Fornitura di energia	Fornitura e distribuzione più efficiente dell'energia; passaggio dal carbone al gas; energia nucleare; energie rinnovabili (idrogeno, solare, eolico, geotermia e bioenergia); cogenerazione, prime applicazioni del Carbon Capture Storage (CCS), ad esempio stoccaggio della CO ₂ rimossa dal gas naturale.
Trasporti	Maggior numero di veicoli efficienti; veicoli ibridi; veicoli diesel meno inquinanti; biocarburanti; trasporto modulare da strada a ferrovia; trasporti pubblici; sistemi di trasporto non motorizzati (bicicletta e a piedi); pianificazione dei trasporti e dell'uso del territorio.
Edifici	Illuminazione efficiente e daylighting; più efficienti apparecchiature elettriche e per riscaldamento e raffrescamento; apparecchiature di cottura più efficienti; maggior isolamento termico; progettazione solare attiva e passiva per il riscaldamento e il raffrescamento; fluidi frigoriferi a basso GWP; recupero e riciclo dei gas fluorurati.
Industria	Apparecchiature elettriche più efficienti; recupero del calore e della potenza; riciclo e sostituzione dei materiali; controllo dell'emissione di gas non-CO ₂ ; ampio spettro di tecnologie specifiche.
Agricoltura	Miglioramento della gestione del raccolto e del pascolo con l'obiettivo di aumentare lo stoccaggio del carbonio nel suolo; bonifica di terre abbandonate e paludose; miglioramento delle tecniche di coltivazione del riso, della gestione del bestiame e del letame in modo da ridurre l'emissione di metano; miglioramento dei concimi azotati in modo da ridurre le emissioni di N ₂ O; parte del raccolto sarà utilizzata per sostituire i combustibili fossili; miglioramenti dell'efficienza energetica.
Selvicoltura e foreste	Riduzione della deforestazione, aumento del rimboschimento; gestione delle foreste e del taglio del legno; uso dei prodotti della foresta per sostituire le biomasse ai combustibili fossili.
Rifiuti	Recupero del metano da discarica; incenerimento dei rifiuti con recupero dell'energia; compostaggio dei rifiuti organici; controllo del trattamento dell'acqua reflua; riciclo e minimizzazione dei rifiuti.

Effetti positivi

Alcuni studi hanno mostrato che nelle zone temperate dei paesi industrializzati i cambiamenti climatici porteranno degli effetti positivi quali la riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento e l'aumento della produttività agricola e della silvicoltura.

In Europa tutte le regioni saranno negativamente influenzate dai futuri cambiamenti climatici e ciò pone delle sfide allo sviluppo economico. Si elenca: il maggior rischio di inondazioni causate dai fiumi o, nelle zone costiere, dal mare; le zone montane dovranno affrontare il ritiro dei ghiacciai, la riduzione della neve con conseguente riduzione del turismo nel periodo invernale e la perdita di un notevole numero di specie; il sud Europa dovrà affrontare la riduzione della disponibilità di acqua e del turismo estivo e in generale della produzione agricola, inoltre subirà un incremento dei rischi di salute causati dalle ondate di calore e dagli incendi boschivi.

Soluzioni

C'è un sostanziale possibilità per la mitigazione dell'emissione dei gas a effetto serra nei prossimi decenni. Ciò ha le potenzialità di compensare le previsioni di crescita delle emissioni o ridurre le emissioni al di sotto degli attuali livelli. Nessun settore o tecnologia da sola può mitigare le sfide causate dai cambiamenti climatici. Le tecnologie e le azioni chiave per la riduzione delle emissioni di gas serra sono elencate in funzione del settore in tabella 1.

Il Rapporto afferma che i cambiamenti nello stile di vita e nel comportamento delle persone possono contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici in tutti i settori sopra elencati.

Il Rapporto afferma che, dal punto di vista economico, è più conveniente investire sull'efficienza energetica, cioè sulla riduzione del consumo dell'energia da parte degli utenti a parità di prestazioni, che aumentarne l'offerta. I miglioramenti di efficienza energetica hanno effetti positivi anche sulla sicurezza energetica, sulla riduzione dell'inquinamento locale e globale e sull'occupazione.

Secondo il Rapporto il ruolo del governo nella mitigazione dei cambiamenti climatici è importante. Il governo, attraverso i contributi finanziari,

le tassazioni, la creazione di standard e certificazioni e la creazione di mercati svolge un ruolo importante per un'effettiva innovazione, per lo sviluppo e per la diffusione di tecnologia.

Notevoli risultati sono stati ottenuti dall'UNFCCC e dal suo protocollo (Kyoto). Essi hanno creato una risposta globale al problema dei cambiamenti climatici, hanno stimolato una serie di provvedimenti nazionali, hanno creato un mercato globale del carbonio e dei meccanismi istituzionali che possono essere alla base di futuri sforzi di mitigazione.

Conclusioni

Complessivamente la comunità scientifica concorda che il riscaldamento globale è in atto e la causa principale è l'aumento della concentrazione dei gas serra nell'atmosfera, dovuta alle attività umane. Già sono stati registrati dei cambiamenti nei sistemi naturali e umani. Questi sistemi avranno poche capacità di adattamento. Poiché gli svantaggi causati dai cambiamenti climatici saranno superiori ai vantaggi, allora si profila la necessità di ridurre le emissioni di gas serra in modo da contenere l'aumento della temperatura media globale entro 2°C rispetto ai valori pre-industriali. Tale risultato non può essere ottenuto con un'unica tecnologia. Inoltre, dal punto di vista economico, è più conveniente investire sull'efficienza energetica piuttosto che aumentare l'offerta di energia, ancorché da fonti rinnovabili.

Bibliografia

Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Working Group I of the IPCC, Paris, February 2007.

Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policymakers. Working Group II of the IPCC, Brussels, April 2007.

IPCC Third Assessment Report. Climate Change 2000: Synthesis Report. Watson, R.T. and the Core Writing Team (Eds.) IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 184.

Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Summary for Policymakers. Working Group III of the IPCC, Bangkok, May 2007.

Il Cimitero Maggiore di Padova (1881-1928)

Stefano Coluzzi



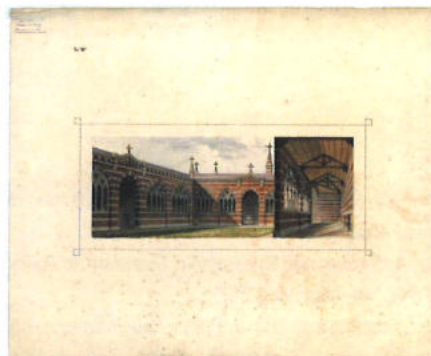
Enrico Holzner, Giovanni Brillo. Cimitero Monumentale di Padova, conclusione dei lavori, 1928. Foto Gislon-Padova, cm 36.5 x 27.5. Biblioteca Civica di Padova, X 9055.

... questo Cimitero sarà per bellezza, opportunità ed armonia di vero decoro alla nostra città.

AGCPd, *Proposta del progetto Architettonico per il Cimitero Maggiore*, Atti del Consiglio Comunale 1880, p. 28.



Andrea Scala. Ingresso, prospetto esterno e prospetto interno (Tav. II). Firenze, 4 giugno 1871. Acquerello a firma dell'arch. A. Scala, cm. 80,0 x 67,6. Biblioteca Civica di Padova, X 10613, dis. 1.



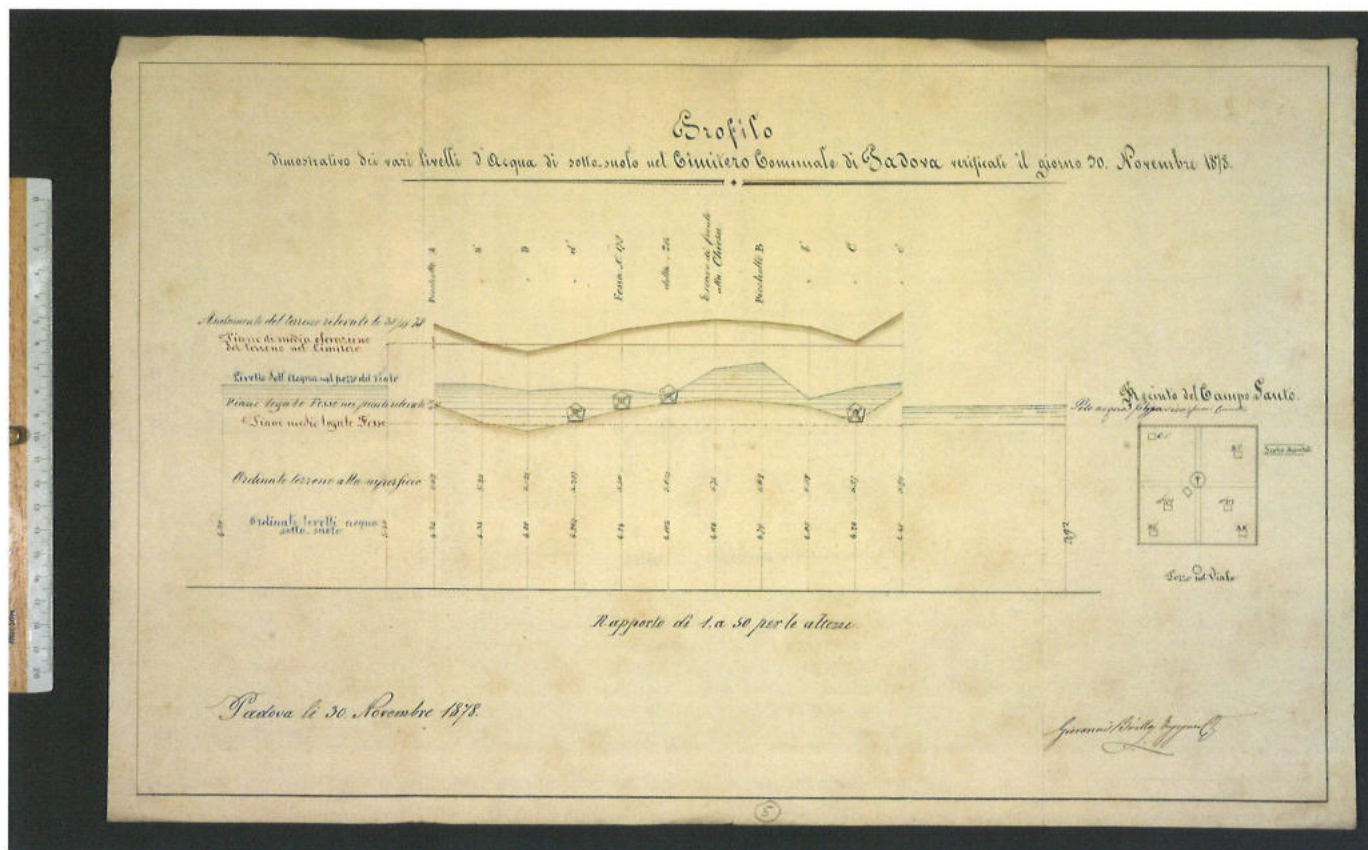
Andrea Scala. Ingresso, vista interna (Tav. III). Firenze, 4 giugno 1871. Acquerello a firma dell'arch. A. Scala, cm. 80,0 x 65,8. Biblioteca Civica di Padova, X 10613, dis. 2.

In adeguamento all'editto di Saint-Cloud del 1806, la maggioranza dei municipi italiani promosse la realizzazione di cimiteri pubblici solo nei decenni successivi al Congresso di Vienna. La tradizione europea propone un dualismo di forme¹ tra il cimitero monumentale su pianta architettonica e il cimitero a parco o giardino, l'uno rigido e razionale, l'altro fluido e poetico. Nonostante la fama nell'area anglo-tedesca del parigino Père-Lachaise, è sulla pianta architettonica che la maggioranza dei cimiteri italiani si conforma; entrano nei piani urbanistici e da metà Ottocento vivono un processo di monumentalizzazione.

Sul Cimitero Maggiore di Padova si può osservare che mentre le vicine Verona e Vicenza entro il 1860 completano i propri cimiteri, per Padova² l'inizio dei lavori data il 1881. Le ragioni del ritardo possono essere focalizzate nella forma di tre invarianti: gestione di problemi idraulici, alterne disponibilità finanziarie, la scelta del sito nello spirito culturale e politico di una città della provincia veneta dell'Ottocento.

Alle soglie dell'Unità d'Italia, Padova utilizzava ancora l'insufficiente cimitero fuori porta Savonarola che, costruito su progetto di Antonio Noale del 1809, continuava ad essere affetto da gravi inconvenienti idraulici. L'insufficiente prevalenza del sito rispetto alla rete degli scolli favoriva nei mesi più piovosi, in occasione delle piene del Piovego, la saturazione dei terreni, con ristagni d'acque anche superficiali: le indagini (1869) confermavano l'assenza di strati impermeabili a modesta profondità al di sopra del piano legale dei seppellimenti. Tuttavia i meccanismi del fenomeno saranno compresi nella loro globalità nei primi anni Settanta: fino ad allora i piani di bonifica, limitandosi a gestire l'escursione della falda nella sola area del vecchio cimitero, continuarono a proporre lo scavo di una profonda fossa attorno al cimitero e/o una tombinatura per raccogliere le acque «imprigionate» sul fondo e allontanarle nel vicino scolo Montà. I risultati di una prova sperimentale (commissione del 1869) saranno disattesi: sopraggiunti i mesi invernali si continuò a rinvenire l'acqua a meno di 50 cm dalla superficie³.

[...] L'acqua imprigionata in quel recinto fu in tale copia da dover ricorrere all'uso di pompe idrauliche onde rendere eseguibile in qualche guisa il seppellimento dei cadaveri, altrimenti impossibile [...] abbiamo più cadaveri, che in questi giorni furono sepolti appena a 30, e perfino a 20 centimetri, sotto la superficie [...].⁴

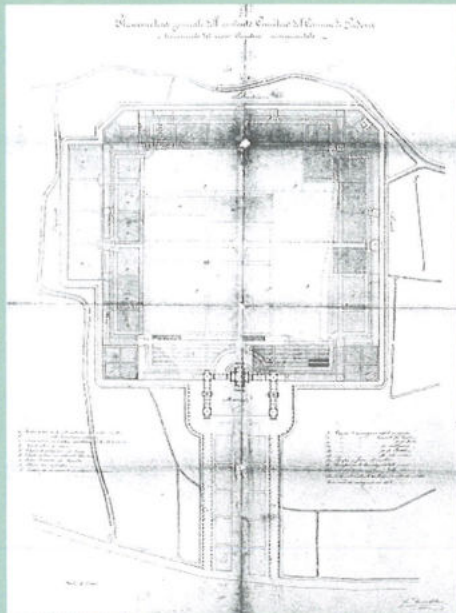


Giovanni Brillo. Profilo dimostrativo dei vari livelli d'acqua del sottosuolo nel Cimitero Comunale di Padova verificati il giorno 30 Novembre 1878. Padova, li 30 Novembre 1878. Archivio di Stato, Padova, Atti Comunali, Sanità, b. 2621, disegno nr. 5.

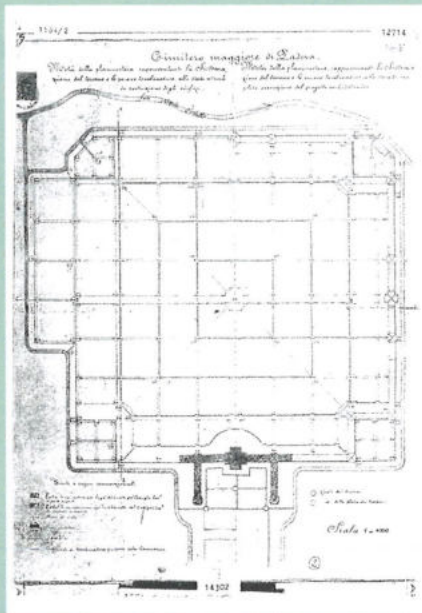
Nei fatti, dal 1812 per i successivi sessant'anni, la vicenda del cimitero rimane impaltanata in una farraginoso serie di proposte: il dibattito che non trovava soluzione andava assumendo in città i tratti di una «proverbiale questione»⁵. Nelle sedute consiliari si esprimevano riflessioni sul valore della morte, sulle ragioni di pubblica igiene, sulla misura artistica del cimitero (progetti neoclassici: Giuseppe Jappelli, 1826; Giovanni Maestri ed Eugenio figlio, 1837-1864) e sullo sfondo Pietro Selvatico scriveva nel 1860 le sue *Osservazioni sul futuro cimitero della città di Padova*⁶. Contestualmente la scelta del sito verteva sull'alternativa tra il sito ad ovest, fuori porta Savonarola – una zona con difficoltà di scolo che necessitava di opere di bonifica – e un potenziale sito a est, fuori porta Pontecorvo, tra Piove e Bovolenta – individuato per primo nel 1826 da Jappelli – privo di inconvenienti idraulici: questo fu il sito destinato al nuovo cimitero fino al 1864. Nello stesso anno, abbandonati i progetti di Maestri per i costi e i dubbi del Consiglio comunale, un'apposita commissione tecnica dichiarò possibile la bonifica del vecchio fondo⁷.

Nel 1867 Enrico Holzner vinse il concorso per il Cimitero Maggiore con un progetto in puro stile lombardo; pianta e fronte d'ingresso alludono al Monumentale di Milano di Carlo Maciachini del 1862. La commissione oltre Selvatico riuniva anche Andrea Scala e Camillo Boito: quest'ultimo con Holzner era stato allievo di Selvatico all'Accademia di Venezia; Boito e Scala avevano da poco concluso la loro partecipazione nella commissione per il Monumentale di Milano. Sulle scelte artistiche, l'influenza egemonica di Selvatico condizionò negli anni Quaranta le revisioni dei progetti classici di Maestri, a metà degli anni Cinquanta respinse come «sconveniente» la proposta di Giovanni Cittadella per un cimitero-giardino, nel bando del 1865 fissò l'indirizzo cristiano medievale e la pianta architettonica. Nel 1869 le mutate disponibilità finanziarie portarono alla nomina di una commissione che rivalutò il precedente esito concorsuale⁸. Andrea Scala fu incaricato di un nuovo progetto in chiave meno monumentale: la pianta è ancora debitrice

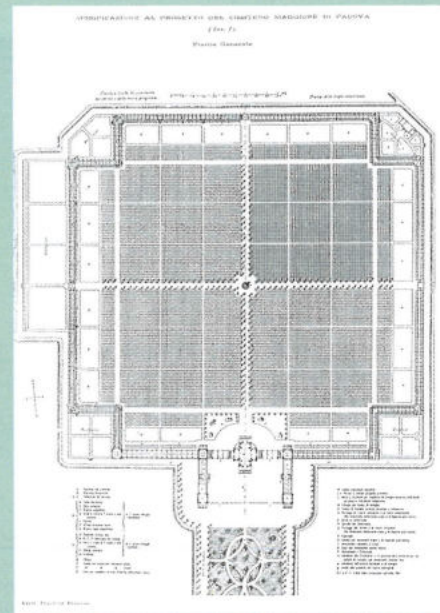
1. D. Donghi, «Cimiteri» in *Manuale dell'Architetto*, II, La composizione architettonica, I, UTET, Torino 1920, pp. 348-432; cfr. L. Bertolaccini, *Città e cimiteri. Dalla eredità medioevale alla codificazione ottocentesca*, Kappa, Roma 2004.
2. L. Camerlengo, «I cimiteri: i casi di Vicenza, Verona e Padova» in *Il Veneto e l'Austria – vita culturale e artistica nelle città venete 1814-1866*, F. Mazzocca, G. Marazziol, S. Marinelli (a cura di), Electa, Milano 1989, pp. 408-414; T. Serena, I. Komac, «Il nuovo Cimitero» in *Camillo Boito. Un'architettura per l'Italia unita*, F. Castellani, G. Zucconi (a cura di), Marsilio, Venezia 2000, pp. 50-52.
3. Archivio Generale del Comune di Padova (d'ora in poi AGCPd), *Seduta 2 settembre 1871. Rapporto della Commissione Consiliare sul nuovo Cimitero e proposte relative*, Atti del Consiglio comunale 1871, pp. 431-436. La commissione fu presieduta da Francesco Marzolo, la sottocommissione tecnica-sanitaria era composta da Gustavo Bucchia, Domenico Turazza, Sante Meggiorini e Giovanni Magarotto; questi due ultimi già nel 1864 stimarono «alla vecchia maniera» la bonifica del sito prima del pubblico concorso, poi avvieranno i lavori di risanamento nel 1874.
4. Archivio di Stato, Padova (d'ora in poi ASPd), *Denuncia dell'Ufficio Sanitario del 3 febbraio 1872*, Atti Comunali, Sanità, b. 1156.
5. ASPd, Atti Comunali, b. 1156. Lettera in data 8 marzo 1872 che Andrea Scala invia alla Commissione che confermò il suo progetto.
6. *M'è caro venir a questo esame con voi, e perchè sommamente amoroso d'ogni nobile impresa che riguarda Padova, e perchè ingegnosissimo a rintracciare ciò che meglio s'attaglia alle sue tradizioni ed alla sua storia [...]*. P. Selvatico, *Sul futuro cimitero della città di Padova. Osservazioni*, Padova, Stab. Tip. di P. Prosperino, 1860.
7. AGCPd, *Seduta 2 settembre 1871*, Atti del Consiglio Comunale 1871, pp. 431-433.
8. Ivi, pp. 438-439.
9. [...] *L'interno dell'edificio è formato da un grandioso porticale a similitudine dei Propilei d'Atene colla forma e colle proporzioni del Camposanto di Pisa. [...] il muro di cinta [...] a somiglianza delle antiche mura di Roma e delle forme della via degli Avelli*. Ivi, pp. 441-442.
10. Ivi, p. 124. Qui giocò a favore la presenza del cimitero dello Spedale di S. Francesco. I documenti parlano di un'area che dal 1837 fino al 1854 aveva dato sepoltura ad oltre centomila contagiosi senza che mai si verificassero problemi di scolo delle acque, con un terreno di buona composizione che continuava rapidamente a decomporre i cadaveri e con lo scolo Boracchia che allontanava le acque dalla città anziché condurle verso la stessa come nel caso dello scolo Montà: era questa l'obiezione d'ordine igienico sollevata da F. Marzolo sul drenaggio dei terreni del vecchio cimitero che, dopo sei rotazioni decennali, apparivano saturi di cadaveri.



E. Holzner. Planimetria generale dell'esistente Cimitero del Comune di Padova e tracciamento del nuovo Cimitero Monumentale, 1883. China e acquerello su disegno preparatorio a grafite, in basso scala metrica (1:1000) e firma. Archivio Storico del Comune di Padova, cart. Cimitero.



Cimitero maggiore di Padova. Metà della planimetria a sinistra fa riferimento ai lavori di sistemazione del terreno e tombinatura allo stato attuale di costruzione degli edifici; la metà di destra fa riferimento allo stato di completa esecuzione dei lavori. Scala 1 a 1000. 1890ca. ASPd, Atti Comunali, Sanità, b. 1164, tav.2.



Daniele Donghi. Modificazione al progetto del Cimitero Maggiore di Padova. (Tav. I). Pianta Generale. (Allegato all'articolo Modificazione al progetto del Cimitero Maggiore di Padova - variante ideata dall'arch. D. Donghi nel 1898 in «L'Edilizia Moderna - periodico mensile di architettura, pratica e costruzione», XXV (1917), fasc. I, pp. 62-64).

11. [...] *Allorché l'affetto, che ci lega ai nostri maggiori, consigliò di non abbandonare il Cimitero attuale se prima non si fosse indubbiamente provato non potersi redimere dalle acque stagnanti – ed allorché l'egregio prof. Bucchia diceva: «Quando si arrivi a dimostrare che il recipiente più prossimo al Cimitero mantiene il suo pelo al di sotto del fondo delle fosse non ci sarà dubbio alcuno, che lo scopo desiderato non venga raggiunto»;* da quel giorno, Signori, la questione fu posta sopra un terreno veramente pratico. AGCPd, *Dichiarazione di pubblica utilità per l'acquisto dei terreni necessari all'ampliamento del Cimitero e proposta dei lavori per sistemare i terreni predetti*, Atti del Consiglio Comunale 1876, pp.121-122.

12. Per l'aumento della spesa per «alcune difficoltà di terreno scorrevole per acquitrini e filtrazioni che compromettevano la stabilità dell'opera» durante gli scavi in trincea per le fondazioni delle gallerie filtranti in muratura. ASPd, Atti comunali, Sanità, b. 1156.

13. Si valutarono anche i progetti di G. Jappelli 1827, G. Maestri 1845-61, E. Maestri 1861, A. Scala 1871. AGCPd, *Seduta 19 marzo 1880. Proposta del progetto Architettonico per il Cimitero Maggiore*, Atti del Consiglio Comunale 1881.

14. [...] *In nessun luogo c'è qualcosa di completo. [...] Se si continuerà col sistema fin qui adottato, [...] è certo che al Cimitero dei denari se ne seppelliranno parecchi non ottenendo nulla o quasi.* (Una gita al Cimitero da «Il Veneto - Corriere di Padova», Anno V, n. 69, 1892). Tra le cause: difficoltà pratiche, cambio della ditta fornitrice della pietra da taglio, causa tra l'impresa appaltatrice Finzi e il Comune, lavori per le fondazioni della chiesa eseguiti più volte, l'incuria dell'Amministrazione nel vigilare sull'andamento dei lavori e sull'aumento della spesa.

15. AGCPd, *Rialzo dell'area del vecchio cimitero e provvedimenti per lo smaltimento delle acque piovane con autorizzazione alla spesa relativa e relativi provvedimenti*, Atti del Consiglio Comunale 1891, pp. 49-51; *Rialzo della seconda parte dell'area del vecchio cimitero maggiore e provvedimenti per le acque piovane*, Atti del Consiglio Comunale 1893, pp. 518-519.

del precedente milanese, i prospetti ecletticamente conciliano i migliori esempi italiani di architettura funebre⁹. Le tavole non verranno portate all'esecutivo. Nel 1871, abbandonato il vecchio sito, si indicò un'area di sedici ettari tra le porte Pontecorvo e S. Croce a 240 metri dalle mura della città¹⁰.

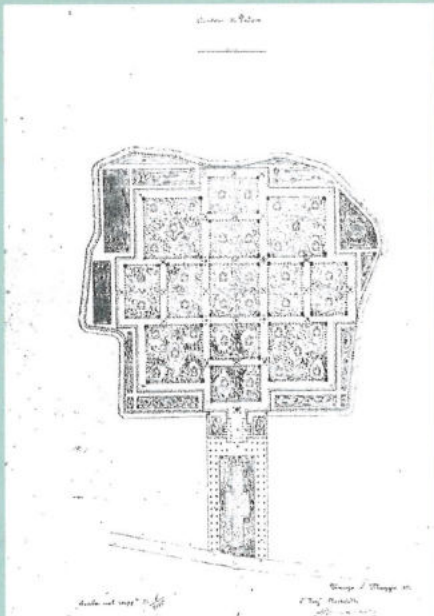
Per i dubbi sollevati da più parti per la prossimità ai quartieri urbani, entro il 1873 il sito sarà riconfermato fuori porta Savonarola.

A fronte della minore spesa per l'esproprio di quelle infelici «glebe pantanose», il Comune si impegnò nella bonifica dell'area. Con l'osservazione di Gustavo Bucchia il ristagno di acque sul fondo delle fosse cominciò ad essere organicamente inquadrato all'interno dello stato idrometrico della rete di canali e scoli afferenti nel Piovego¹¹. Inizialmente per il *riansanamento* dell'area si propose – come nel 1869 e nel 1864 – l'ampliamento e la regolazione dello scolo Montà e la costruzione di un tombino drenante. I lavori, avviati nel 1874, furono sospesi nel 1876¹². Nel frattempo, tuttavia, sulla base dei rilievi altimetrici, si constatava che l'acqua nei seppellimenti si rinveniva con le piene del Piovego quando, chiudendosi le porte delle chiaviche Bastioni, Fornaci e Montà si congestionava a monte la rete di canali e fossi, livellando nelle campagne circostanti i peli della falda con quello del Piovego. Era dunque un problema tra le variabili pelo del Piovego e profondità legale dei seppellimenti. Data l'impossibilità di un controllo diretto sul primo, nel 1876 si deliberò l'innalzamento dell'area del nuovo cimitero di un metro – poi 1,5 –, evitando il drenaggio dei terreni. Si impiegò la terra (53mila mc) proveniente dalla riduzione a passeggiata dello spalto che correva lungo le mura cittadine fra porta S. Giovanni e porta Savonarola.

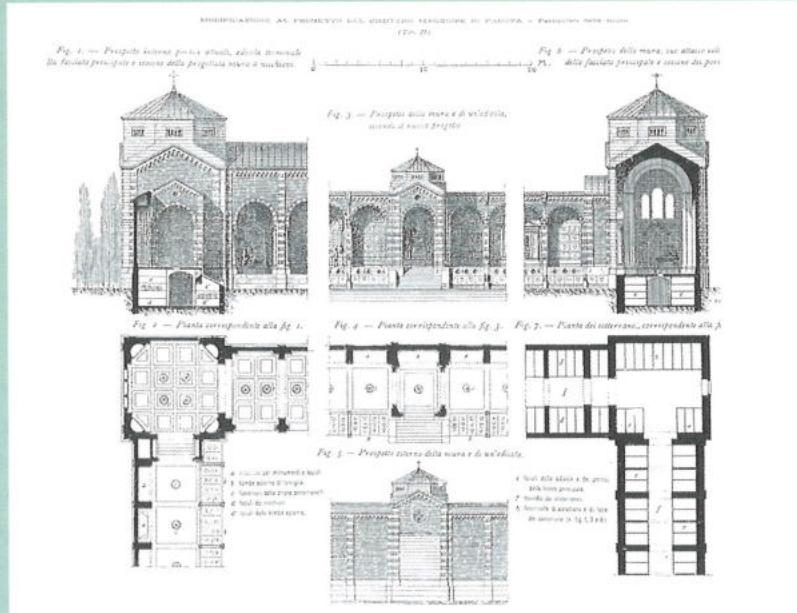
Nel 1880, alla luce dello storicismo romantico (Selvatico – che muore nello stesso anno – e Boito) e risanate le finanze, si riconfermò il progetto Holzner¹³. La commissione richiese la costruzione di un'ara crematoria: Padova fu una delle prime città italiane a dotarsi di una tale struttura dopo Milano (1876). I lavori per il fronte d'ingresso, avviati nel 1881 e da concludersi in sei anni, avanzarono a rilento¹⁴.

Nei primi anni Novanta, i quotidiani locali portarono all'attenzione pubblica lo scandalo delle tombe 'inondate' nell'area delle nuove sepolture antistanti il portico orientale: non era il prodotto di acque di risalita (come per le tombe del vecchio cimitero) ma il risultato dell'infiltrazione delle acque piovane che ristagnando tra le tombe (prive di sistemi di raccolta) si insinuavano nei giunti male eseguiti delle fosse in cemento, del resto impermeabili. Su parere di Domenico Turazza¹⁵ si eseguirono i lavori di tombinatura; assieme si completarono i lavori di rialzo all'interno del vecchio cimitero (ormai dimesso da dieci anni) abbattendone le mura.

Nel 1898 il Comune promosse la variante a firma dell'ingegnere capo Daniele Donghi¹⁶. Mantenendo l'impianto planimetrico generale e l'unità stilistica delle parti, il fronte d'ingresso fu completato secondo il progetto originale modificando gli altri tre lati perimetrali: con tre milioni, anziché cinque, si portava a termine il cimitero¹⁷. La soluzione strutturale e tecnologica doveva sopperire le carenze previsionali del progetto Holzner, adeguarsi al regolamento di polizia mortuaria del 1892 (sepulture singole e



Andrea Scala. Planimetria del Cimitero di Padova. Firenze, 4 maggio 1871. Archivio di Stato, Padova, Atti Comunali, Sanità, b. 1156, tav.1



Daniele Donghi. Modificazione al progetto del Cimitero Maggiore di Padova. (Tav.II). Particolari delle mura. (Allegato all'articolo Modificazione al progetto del Cimitero Maggiore di Padova ..., pp. 62-64).

impermeabili), affrontare i problemi di praticità d'uso e di mobilità del vecchio recinto. La soluzione è un muro decorativo a due livelli con nicchioni per lapidi e monumenti e deambulatorio superiore (si ridussero tutte le dimensioni riducibili, si fece largo uso di pietra artificiale in luogo di marmi e pietre naturali) cui corrisponde un sistema inferiore di colombari sull'esempio dei cimiteri di Torino, Asti e Genova. Il corridoio centrale fu reso percorribile da capo a capo e accessibile in più punti: le salme non dovevano più calarsi dall'alto del portico né trovarsi più in un luogo umido e male areato avendo migliorato i sistemi di aerazione, illuminazione e impermeabilizzazione (si usò abbondantemente calcestruzzo, armato e non, e intonaci a base cementizia). La continuità dei fronti è interrotta da cappelle di famiglia: quella mediana è l'accesso ai futuri ampliamenti, le edicole agli angoli risolvono insieme l'incrocio ortogonale degli ambulacri, l'accesso ai reparti speciali e ai colombari, la presenza di servizi igienici. Le sepolture furono aumentate del 30%, aumentate le categorie, ridotti i costi di accesso. Dopo la costruzione dei primi lotti, si manifestarono alcuni inconvenienti: la natura del terreno, la dissimetria dell'opera in senso trasversale e la presenza delle edicole interposte provocarono talora dei cedimenti differenziali, con piccole lesioni e infiltrazioni nei muri e nella platea¹⁸.

Nel 1900 Donghi si trasferì a Milano. L'abbandono è non meno allusivo di un rapporto ormai in più punti logorato da attriti interni tra lo spirito precursore del tecnico Donghi e la realtà sintomatica del contesto padovano sul cui sfondo nel corso di tutto l'Ottocento si è trascinata la vicenda del cimitero¹⁹. Dopo l'Unità, i moderati al potere fissarono i principali interventi in materia di urbanistica, servizi e igiene per rispondere alle carenze della città e costruirne un aspetto più moderno²⁰. Tra risorse pubbliche, talora limitate, e un difficile tessuto medioevale l'adeguamento funzionale della città, in più parti a fine secolo, era delineato solo a tratti. Con alle spalle un immobilismo lasciato in eredità dal regime austriaco, si addensano le ombre di una «vocazione perenne» che collega gli interessi dell'amministrazione a quelli della classe dominante latifondista, conservatrice, refrattaria alle innovazioni e allo sviluppo industriale e che la legge elettorale dell'epoca rendeva la sola eleggibile al governo della città. L'impegno per il cimitero avanza tra proposte, controproposte, avvii dei lavori, sospensive e nuove commissioni fino a scadere in una improcrastinabile maldestra realizzazione. Non per il rispettoso affetto per la scelta degli avi per quel sito 'inondato', né per l'abitudine dei cittadini di recarsi fuori porta Savonarola, quanto a fronte di interessi fondiari nei mercati dei suoli agricoli che, entrando nei meccanismi di pianificazione urbana, potevano assumere ben più elevati potenziali di rendita, era bastato di tanto in tanto, tra le questioni dottrinali, verificare le possibilità di redimere quel fondo dalle acque stagnanti o recuperare il vecchio sito contro l'alternativa fuori porta Pontecorvo (1864, 1873).

Entro il 1928-29, per stralci successivi, si conclude la costruzione del recinto. Nel frattempo nei concorsi per un cimitero di Bergamo (1897), di Mantova (1902) o di Monza (1912), sono mutati sensibilità, gusto e orientamenti stilistici: laddove la carica vitale dell'eclettismo ottocentesco si affievolisce, il rilancio decorativo trae nuova forza da valori e tensioni per la verticalità con forme geometriche che, accostandosi alla ricerca contemporanea d'oltralpe aggiornano un panorama uso a medievalismi e citazioni classiche. •

16. [...] Manfredini soggiunge che da oltre due anni ha studiato l'argomento con l'ingegnere capo signor Daniele Donghi, che è una vera competenza tecnica, e specialmente in materia di Cimiteri, avendo lavorato molto in essi, e fatti parecchi progetti [...]. AGCPd, *Parziale riforma del progetto di costruzione del Cimitero Maggiore*, Atti del Consiglio Comunale 1898, p. 256.

17. M. Manfredini, *Relazione della Giunta 21 Giugno 1898 - Modificazione del progetto del Cimitero Maggiore in corso di esecuzione*, Padova, Stab. L. Crescini e C., 1898; *Modificazione al progetto del Cimitero Maggiore di Padova - variante ideata dall'arch. D. Donghi nel 1898*, in «L'Edilizia Moderna - periodico mensile di architettura, pratica e costruzione», XXVI, 1917, fasc. I, pp. 62-64.

18. C. Selvelli, *Studio sul Cimitero Maggiore di Padova*, in «Rivista di Ingegneria Sanitaria e di Edilizia Moderna», XIII, 1917, pp. 1-10.

19. Cfr. Daniele Donghi: *i molti aspetti di un ingegnere totale*, a cura di Giuliana Mazzi e Guido Zucconi, Marsilio, Venezia 2006; Massimo Velatta, *Daniele Donghi ed il suo contributo alla Tecnica Architettonica Italiana*, in «Tecnica Italiana», XVIII, 1940, nr. 5.

20. D. Calabi, «L'urbanistica di fine Ottocento in un ventennio di attività della Giunta Municipale» in Camillo Boito. *Un'architettura per l'Italia unita*, a cura di F. Castellani e G. Zucconi, Marsilio, Venezia 2000, pp. 35-38.

Voci (di dentro) della Tecnologia dell'architettura: i morfemi, i tecnemi Cultura e tecnica tra architettura e ingegneria

Pasquale Ventrice

Il volume dal titolo *Voci di tecnologia dell'Architettura* (Tecnologos, dicembre 2006) ha attirato la mia attenzione. M'interessa della Tecnologia *latu sensu* nella sua prospettiva storica e non di quella dell'architettura in particolare, e mi sono trovato a riflettere, talvolta, sul problema dello statuto disciplinare di quest'ultima.

Questo «Voci» con cui esordisce il titolo del dizionario come per indicare la provenienza quasi casuale o fortuita, per non dire estemporanea, dei lemmi posti senza alcun ordine che non fosse quello alfabetico, mi ha indotto a pensare che l'iniziativa potesse essere stimolante tanto più che viene ad aggiungersi a iniziative editoriali analoghe, nel campo, soprattutto, della Tecnologia coltivata dagli architetti.

Le riflessioni sul carattere della tecnologia dell'architettura e sulla sua storia non è un'istanza isolata; ciò mi ha prodotto una certa curiosità poiché nel suo ambito accade anche di dover rilevare, talvolta, idee promettenti anche se ispirate, come in questo caso, all'anarchismo metodologico ed esposte alle intemperanze del Fuzzy pensiero. Inoltre, l'allettante titolo pensavo mirasse a dotare un'area divenuta, pressoché, sconfinata quanto generica, di un lessico che guidasse nel ginepraio di una disciplina dalle varie anime, il cui oggetto come ho sopra precisato, non si limita certamente alla sola architettura.

Con l'atteggiamento di chi pensa d'imparare qualcosa di nuovo o quantomeno di trarre spunti utili alle proprie riflessioni, sfoglio le voci e ne scorgo una in particolare che m'incuriosisce più delle altre: *Morfema e Tecnema*; le voci in realtà sono due, di cui la prima è accolta nel lessico corrente, la seconda, invece, non contemplata in nessun dizionario. L'autore ha piena consapevolezza di ciò, tanto da dichiarare, immediatamente, l'abuso linguistico, rivendicando, implicitamente, la paternità del neologismo.

A questo punto la mia curiosità si è tramutata in interesse diretto, dal momento che una non breve frequentazione collaborativa da me avuta con l'autore della voce, professor Laner, mi aveva visto impegnato in estenuanti discussioni su quale dovesse essere il termine che, in maniera chiara e concisa, avrebbe dovuto e potuto meglio precisare l'espressione *Atto Tecnico* quando accade che esso venga associato al termine archetipo; questo era il problema alla base della discussione provocata dal compianto Guido Nardi già docente ordinario di tecnologia dell'architettura al Politecnico di Milano.

Porre l'accento sugli archetipi nel campo delle costruzioni architettoniche, significava, per Nardi:

- andare alla ricerca di soluzioni costruttive non sempre solidificate nella materia, ma individuabili attraverso forme (archetipiche appunto!) che kublerianamente subiscono un processo di evoluzione nel tempo (Kubler, *Le forme del tempo*, Einaudi, Torino 1976);
- conferire alla tecnologia dell'architettura una fondazione e una prospettiva culturale propria distinta dalla tecnica intesa come scienza applicata, individuando invece nelle scienze umane (filosofia e psicologia), le discipline utili a questo scopo;
- operare la riabilitazione della tecnica e della tecnologia sulla base delle medesime scienze umane, facendo ricorso alle correnti di pensie-

ro più sensibili al valore e al ruolo (da vedere quale!) della tecnica nella cultura moderna.

Il problema posto nel punto due è senz'altro da ritenere legittimo e fondato, vista la fluidità di una disciplina (la tecnologia dell'architettura) che pur reclamando un autonomo statuto rispetto a qualsiasi altra forma di tecnologia, non riesce a esibire una griglia stabile e una base disciplinare omogenea e fondata.

Il progetto di collegare l'universo delle tecnologie, sulla base di un «discorso» che ne unifichi le linee fondamentali comuni si dimostra un'impresa difficile, se non impossibile, vista la dispersione delle competenze richieste da ogni singolo settore tecnologico.

Una teoria generale della tecnologia incontra sulla propria strada le medesime difficoltà incontrate dalla teoria generale delle macchine propugnata da Reuleaux, tuttavia il tentativo di risalire all'origine storica del problema sulle orme tracciate da Guillaume-Sebestik, potrebbe favorire l'abbozzo di un discorso «generale» sulle tecniche.

L'articolazione delle tecnologie si va tuttavia evolvendo ed è sotto gli occhi di tutti, tra queste citiamo alla rinfusa: la tecnologia delle macchine, delle costruzioni navali, dell'estrazione dei metalli, del tessile, della progettazione e lavorazione dei materiali (stoffe, carta, legno, plastica, metalli e altri composti e derivati, inclusi quelli impiegati nelle costruzioni), le tecnologie informatiche, di simulazione ecc.

Il problema di un «ordo» e di una dipendenza gerarchica tra i vari settori, si pone come un'esigenza di metodo, per tracciare, se non altro, un percorso razionale e per conferire senso a quello che è diventato una delle questioni più controverse e confuse della modernità.

I punti uno e tre, celano al loro interno una serie di ambiguità di cui segnaliamo soprattutto per il punto uno: la riduzione, a pura forma, dei prodotti, dei manufatti e delle costruzioni e per quanto riguarda più in particolare l'architettura, l'acquisizione del progetto più nel suo valore figurativo e formale anziché nelle sue valenze pratico-operative (tecnico-costruttive), processuali e di governo delle singole discipline che, insieme, concorrono alla sua formazione e gestione. Per il punto tre: l'obiezione di fondo è che diventa molto arduo giustificare razionalmente e culturalmente la tecnica e la tecnologia sulla base di dottrine e filosofie pregiudizialmente contrarie all'evento tecnico e tecnologico, oppure facendo ricorso all'anarchismo metodologico o, nel migliore dei casi, appellandosi alla debolezza e alla insufficienza dell'algoritmo. Spesso la radicalizzazione di queste posizioni, col pretesto di portare un affondo alle concezioni rigidamente deterministiche, avalla strumentalmente le impostazioni epistemologiche pregiudizialmente diffidenti nei confronti della tecnica e della scienza; il vero scopo è invece di sferrare un duro attacco alla scienza e alla tecnica *tout court*. Correlata all'impostazione auto-referenziale della tecnologia dell'architettura, è poi la rivendicazione di un statuto disciplinare autonomo rispetto alla tecnica e alla scienza, istanza esplicitata nella difesa a oltranza dell'intuizione e delle soluzioni empiriche nelle pratiche costruttive e di cantiere, percepite come realtà al di fuori di qualsiasi riferimento al calcolo.

1. Atti tecnici e archetipi in G. Nardi

Ma cerchiamo, in primo luogo, di ricostruire l'origine del problema e di approfondire ancora cos'è l'*atto tecnico* per Nardi. «L'Atto tecnico – scrive – è il luogo in cui le istanze tecniche e le istanze culturali si uniscono per diventare caratteristica peculiare e qualificante delle costruzioni» (Vedi G. Nardi, *Gli Atti tecnici come generatori di archetipi*, «Politecnico», (III/1990), pp. 6-9: p. 6). Ci sembra importante qui sottolineare come Nardi affermi, in modo chiaro, la composizione duplice dell'*atto tecnico*, costituito cioè sia da istanze tecniche sia da istanze culturali. Esso deve essere inteso come risultato di due sfere o momenti congiunti; solo tramite la loro unione sarà possibile leggere nelle costruzioni la presenza caratteristica peculiare e qualificante dell'istanza culturale materializzatasi nel tempo, assumendo nella costruzione un carattere tipologico rispondendo a requisiti funzionali. A ben vedere, però, quella che sembra un'ammissione chiara del carattere culturale dell'*atto tecnico* si stempera e diviene oscura e contraddittoria nel fumo delle suggestioni teoriche.

Mentre con questa ammissione sembra che Nardi recuperi la dimensione composita dell'*atto tecnico* a prescindere dall'inquietante riferimento al termine *archetipo*, alla fine però mostra di non attribuirgli il dichiarato valore di portatore delle istanze culturali. La ragione principale sta nel fatto che l'*atto tecnico* è destinato a perdere nel tempo la sua finalità d'origine e a morire, poiché cambiano sia le tecniche della sua realizzazione sia gli stessi materiali di cui è costituito; ma allora cosa permane dopo la sua morte? Solo i contenuti simbolici, gli aspetti di carattere emotivo, immaginativo e formale che ne costituiscono la principale caratteristica e lo ipostatizzano in *archetipo*.

Una volta affermata l'assoluta autonomia dell'*archetipo* dai materiali e dalle tecniche, che altro può essere se non un contenitore formale quasi del tutto identico al tipo edilizio visto come un'entità *a priori* e al di fuori della realtà costruita? Quindi l'*archetipo* costruttivo, molto banalmente coincide con il tipo edilizio astrattamente individuato, visto che può essere separato sia dalla tecnica che lo esegue sia dal materiale che lo costituisce. Ciò sembra essere confermato dall'affermazione fatta da Nardi circa l'esistenza di un non meglio precisato immaginario tecnologico. Considerando infatti l'insistenza con cui egli sottolinea le qualità simboliche e formali presenti nella memoria della cultura costruttiva appare chiaro che, una volta esauritasi la sostanza tecnica dell'*atto costruttivo*, esso riemerge come «forma» e ribadisce con forza il carattere archetipico come unico custode delle istanze culturali.

La cultura tecnologica identificata con quella costruttiva *tout court*, è l'esito di un insieme disorganico di atti tecnici e archetipi che hanno radice nella storia dell'*homo aedificator*.

L'architetto tecnologo con aspirazioni progettuali specifiche, tende a riordinare, a comprendere e ad interpretare l'universo archetipico e degli atti tecnici, ma è tendenzialmente indotto, per formazione mentale, a porre in primo piano il loro carattere formale e le qualità simboliche implicite anziché il comportamento meccanico dei materiali e la sostanza tecnica dell'*atto costruttivo*.

Ciò che spesso interessa di più all'architetto è la riaffermazione del primato della qualità simbolica e formale (non il capitello materiale ma la forma e la funzione del capitello). In questa prospettiva la sostanza tecnica dell'*atto costruttivo* si esaurisce nell'extrapolazione di soluzioni formali assunte su un versante pseudo-tecnico e usate come modelli e soluzioni cristallizzate nei materiali, che è indifferente denominarli tipi o prototipi edilizi: in ciò consiste, alla fine, ciò che Nardi denomina *archetipo*.

In sintesi: le istanze culturali sono considerate da Nardi al di fuori del calcolo e delle manipolazioni effettuate in sede operativa, sulle quali, materialmente, si sostiene l'*atto tecnico*; quest'ultimo è considerato pur presente, ma è assai meno significativo dal punto di vista «culturale». Tale istanza risiede bensì nell'*archetipo*, come si evince dal fatto che persiste quale valore simbolico ed è generata maieuticamente attraverso un'operazione mentale, benché sulla base dei dati o delle istanze tecniche. In altri termini gli Atti tecnici solo in quanto generano e si accompagnano agli archetipi sono da considerare «atti culturali complessivi», il che significa che l'*atto tecnico* acquista valore solo quando è considerato rispetto al contesto culturale che lo ha visto nascere.

Quindi l'*atto tecnico* per assumere completezza deve connettersi con l'*archetipo*, ma quest'ultimo non è una soluzione costruttiva che matura nell'incubatore dell'ingegnere ma si sottrae in buona misura alla competenza di quest'ultimo.

2. Atti tecnici e archetipi nel dibattito milanese

Le riflessioni di Guido Nardi sul termine *archetipo* e sulla correlata espressione *atto tecnico* erano iniziate nel 1990, nel breve scritto (*Gli Atti Tecnici come generatori*, cit.), seguito da altri lavori composti con il concorso di studiosi di altre discipline umanistiche e progettuali, tra questi citiamo di AA.VV., *Atti tecnici e cultura materiale*, a cura di M. Bertoldini e M. Zapelli (del 1992), seguito da G. Nardi, *Gli elementi costitutivi del progetto: genealogia degli archetipi del costruire in Frammenti di coscienza tecnica. Tecniche esecutive e cultura del costruire*, a cura di G. Nardi, A. Mangiarotti e A. Campioli (1991).

Accenno sinteticamente agli scritti che avviarono il dibattito sulla connessione *atto tecnico/Archetipo*, quest'ultimo di junghiana memoria, non senza rammentare lo sconcerto che investì quanti, tra gli architetti, sottolineavano lo strano e altisonante ricorso all'ultimo dei due termini, ritenuto, ma forse giustamente, del tutto fuori luogo ed estraneo alla tecnologia dell'architettura, dal momento che esso nasceva in un contesto del tutto sconosciuto alla terminologia propria di questa disciplina, mentre invece era specifico di un'area culturale di per sé astratta: quella filosofica e della psicoanalisi con forti interessi rivolti al simbolo, al mito e a quant'altro. Ovviamente questo termine era del tutto alieno e sconosciuto soprattutto a quel settore che aveva al centro dei propri interessi la produzione edilizia e l'ambito del cantiere; per questo molti tecnologi o l'ignorarono o ritennero o continuano a ritenere tale termine estraneo.

Per ben focalizzare il termine *archetipo* e l'espressione *Atti Tecnici*, ci sembra utile fare un accenno sul perché Nardi abbia fatto riferimento alla filosofia e alla psicoanalisi per introdurre nella tecnologia dell'architettura concetti e termini propri delle discipline umanistiche.

Il passaggio dall'*atto tecnico* all'*archetipo* avviene attraverso l'assimilazione dei due termini al punto da costituire un tutt'uno; anzi *archetipo* diviene termine prevalente in quanto è la precisazione del primo concetto, rispetto al quale assume funzione esemplificativa e operativa: gli archetipi sono individuabili e possono costituire una sorta di trama linguistica della costruzione.

Riferiamo come Nardi ne chiarisce il significato: «Gli archetipi costruttivi sono rappresentati da quegli elementi costruttivi e da quei materiali che sono ormai stati assimilati da una cultura. Essi proprio in quanto ormai assimilati creano le condizioni di riconoscibilità di uno spazio costruito. Sono quindi quel patrimonio di elementi condivisi da una collettività espressione di una cultura non solo materiale. Per rendere meno

criptico quanto detto basti pensare al ruolo che il capitello ha svolto nelle culture costruttive passate o al significato che il legno ha tutt'oggi» (G. Nardi, *Casa e immaginario tecnologico*, in *Atti tecnici e Cultura materiale*, pp. 91-99: p. 98).

Nello sforzo di precisare il pensiero di Nardi, Elena Bombelli, *La trave reticolare: archetipo costruttivo del XX secolo*, in «Atti tecnici», cit. p. 62, si azzarda a offrire l'opportuna spiegazione: «con *archetipo costruttivo*, rifacendomi alla definizione etimologica (*sic!*) ed agli scritti di Guido Nardi, intendo indicare un elemento tecnico o una tecnica costruttiva che si sia dimostrata particolarmente significativa e perdurante nel corso del tempo».

Poco dopo, in nota, per spiegare ulteriormente, concretamente, in cosa consista l'*archetipo costruttivo* considerato come elemento tecnico coincidente con lo stesso *atto tecnico*, ritorna all'esempio del capitello interpretato come elemento di connessione tra trave e pilastro.

Per assolvere la funzione di connessione, però, il capitello, nel sistema costruttivo moderno, è ormai divenuto un elemento obsoleto, quindi in questo senso è una soluzione tecnica abbandonata e sostituita da nuovi atti tecnici, che si possono tramutare in archetipi, i quali risolvono tale elemento di connessione con altre applicazioni risultato di tecniche costruttive diverse (più evolute?), quali possono essere l'incastro, l'inchiostatura, l'imbullonatura, la saldatura, la fusione; insomma questi tipi di connessione tra due o più elementi che nella terminologia tecnica, in alcuni casi, possono essere detti anche «nodi», avrebbero nel capitello una loro prima soluzione formale intesa come *archetipo* originario che dichiara, in quanto *atto tecnico*, il «vincolo» (ammesso che si tratti di un vincolo), tra due componenti da congiungere e unire. Interrompo poiché la materia è tale che potrebbe far imbufalire gli esperti di scienza e tecnica delle costruzioni!

Anche quando l'*archetipo* si evolve divenendo irricognoscibile o si sottrae alla comprensione immediata, la sua sostanza formale (archetipica) si potrà cogliere intuitivamente; basta infatti rilevare la sua funzione e la variazione formale all'interno di una quadro storico attento al dettaglio costruttivo e al carattere stilistico! non occorre infatti ricorrere al linguaggio normativo (quello del calcolo), nel senso che questo può spiegare, in base a quali leggi fisico-matematiche, l'*archetipo* o l'*atto tecnico* (alla fine in questo contesto si confondono), assume un determinato comportamento meccanico una volta in esercizio, ma non ne identifica la sostanza formale.

Atti tecnici e archetipi si fondano, in definitiva, su una Tecnologia dell'architettura intesa come studio funzionale del dettaglio costruttivo e sull'individuazione del presunto e contestato carattere stilistico dell'architettura; le nozioni di dettaglio costruttivo e di carattere stilistico sono elementi duri a morire pur nell'avvicinarsi nominalistico delle specificazioni disciplinari.

Inoltre, il capitello inteso come *archetipo* non è l'unico esempio; altri tipi costruttivi o atti tecnici presentano le medesime caratteristiche archetipiche: è il caso delle mensole e del tetto a capanna. Il destino degli archetipi è di evolversi e di andare incontro ad una morte (bella) e feconda. Rimane da spiegare quale possa essere la relazione tra l'*archetipo costruttivo* del XX secolo: la trave reticolare e il capitello archetipo costruttivo della costruzioni egiziane del IV-III millennio A.C.; ovviamente non dovrebbe spettare a noi, oggi, stabilire se la trave reticolare sia o meno un *archetipo*, ma ai nostri posteri che potranno fare illuminate riflessioni sull'argomento, ma come minimo fra tre secoli.

Insomma gli Atti tecnici, per generare archetipi, secondo Nardi, sono destinati a morire: «o perché perdono di vista progressivamente la loro finalità, o perché vengono realizzati con materiali diversi da quelli con

cui sono stati costruiti originariamente, o perché i loro componenti vengono assemblati in modo strutturalmente differente. Permangono tuttavia come archetipi costruttivi a memoria della cultura costruttiva precedente che per la prima volta li ha espressi, nella loro qualità simbolica o nella semplice qualità formale» (G. Nardi, *Gli elementi costruttivi...*, cit., p. 21).

L'espressione assemblati in modo strutturalmente differente sembra alludere al fatto che, almeno in alcuni casi le componenti materiali dell'*atto tecnico* o dell'*archetipo* possano avere un carattere strutturale, basato, cioè, su principi di meccanica e sul calcolo, il che è come voler dire che alcuni archetipi o atti tecnici in certe circostanze hanno anche un'anima «tecnica», ben distinta da quella costruttivo-formale autenticamente culturale: ma è quest'ultima che li caratterizza maggiormente.

3. La fusione tra arte e tecnica (atti mentali/atti tecnici) in Adorno

L'*atto tecnico* da solo, di conseguenza, non assume per Nardi, come dovrebbe, un carattere autonomo ed esaustivo, inglobando in sé astrazione razionale e concretezza materiale così come fa Adorno, ma deve connettersi all'*archetipo*, come suo necessario completamento, ma generando un binomio entro il quale si consuma la separazione tra la tecnica e la cultura. Occorre precisare tuttavia che solo attraverso un notevole sforzo è possibile far venire alla luce le intenzioni di Nardi che non sempre appaiono limpide a causa di una certa dose di equivocità da lui attribuita all'*atto tecnico* che, a tratti, sembra acquisire una certa autonomia rispetto al termine *archetipo* e talaltra la perde, smarrendo un suo significato univoco.

Come abbiamo accennato, Nardi mutua la nozione di *atto tecnico* manipolando, non senza disinvoltura, il pensiero di Theodor W. Adorno. Il significato dell'*atto tecnico* è esposto e chiarito dal filosofo tedesco nella *Parva Aesthetica. Saggi 1958-1967* (tradotti da Elena Fianchetti, Feltrinelli, Milano 1979); l'altro autore chiamato in causa da Nardi, non senza imprecisioni e qualche travisamento, è Carl Gustav Jung, *Gli archetipi dell'inconscio collettivo*, Boringhieri, Torino 1982.

Tuttavia nell'elaborazione della sua teoria dell'*atto tecnico* e dell'*Archetipo*, Nardi non disdegna di ricorrere a Martin Heidegger, a Georg Wilhelm Friedrich Hegel e perfino ad Aristotele, dando prova di un eclettismo tanto ardito quanto incurante delle marcate differenze di pensiero che separano autori tanto eterogenei da risultare irriducibili a una ragionevole coerenza logica.

I materiali adottati da Nardi rispondevano più alle tesi che riteneva di dover sostenere anziché al rispetto reclamato dalla fedeltà filologica attenta a rilevare le differenze e la singolarità delle impostazioni di pensiero, in questo caso irriducibili ad una visione di fondo comune.

Guido Nardi, nel cercare garanti tanto filosoficamente autorevoli quanto particolarmente propensi a discutere con accenti critici il problema della Tecnica, è spinto dalla necessità di assicurare una forma di autorevolezza alle sue tesi rendendosi ben conto dello scetticismo ad esse riservato da parte dei suoi colleghi; d'altra parte era ben consapevole di quanti ostacoli sarebbe stato disseminato il cammino della «cultura» tecnologica nella sua stessa area disciplinare.

Inoltre, non chiarisce opportunamente che il background filosofico di riferimento è, in buona sostanza antitecnico o guarda alla tecnica con qualche sospetto, il che è paradossale per un tecnologo dell'architettura che, nel porsi il problema della «culturalizzazione della disciplina», avrebbe dovuto procedere con maggiore cautela.

Questa disattenzione lo indusse a spingere al di là del lecito il suo discorso di fondazione culturale della tecnologia ricorrendo a note e venerate *auctoritates* del pensiero filosofico antico e moderno assunte come usbergo da porre a difesa della sua tesi, piuttosto che rivolgersi a una cultura tecnica consapevole dei limiti entro cui essa, di solito, opera.

Malgrado lo sforzo, tuttavia, la legittimazione filosofica da lui ricercata e preferita, non senza qualche ragione, a quella della tecnica e della scienza, si dimostrò inadeguata e insufficiente a sostenere l'urto massiccio proveniente dal fronte compatto di colleghi tanto autorevoli quanto animati da irriverente discredito reso più aggressivo dalla loro notevole, ma in fondo giustificata, ignoranza in campo filosofico, non solo, ma anche dalla carenza, in molti casi, di sicuri riferimenti scientifici.

Nell'uso dell'espressione *atto tecnico*, Nardi, quindi, è debitore ad Adorno della *Parva Aesthetica* là dove questi sviluppa la nozione di Tecnica, ma non lo segue quando il filosofo tedesco nega la contrapposizione tra arte/tecnica (atti mentali culturali/atti tecnici) e quando riduce a unità le istanze culturali e le istanze tecniche.

Pertanto il pensiero di Adorno non è correttamente interpretato da Nardi, anzi viene da lui stravolto soprattutto quando sostiene la separazione tra atti mentali culturali/atti tecnici: affermare la loro contrapposizione è come sostenere che chi predilige il linguaggio del calcolo a quello dell'intuizione artistica, non solo è sprovvisto di un riferimento culturale in senso antropologico, psicologico ed estetico, ma non ha cultura *tout court* visto che la tecnica è pura manipolazione regolata o «calcolata»; se vogliamo dirla in termini più espliciti, all'ingegnere è vietato, per principio, l'accesso all'arte, affermazione che, naturalmente, è del tutto paradossale.

La novità della soluzione di Adorno sta proprio in questo: nel fatto cioè che riesce a collegare razionalità e intuizione in una complessione (*der Komplexion der Sache*) racchiusa dentro l'oggetto o la cosa.

Del resto quest'idea è già presente in Leibniz quando dice che: «*musica est exercitium arithmeticae occultum nescientis se numerari animi*» (la musica è un esercizio aritmetico dell'animo di chi non si rende conto di adoperare il numero, mentre compone).

Proprio questo nocciolo centrale del pensiero adorniano sembra sfuggire a Guido Nardi che continua a distinguere e a separare la nozione di cultura da quella di tecnica, nel momento in cui egli ritiene che cultura e tecnica debbano essere collegate e tenute insieme dalla nozione di *archetipo*. Quanto fumoso e inesplicabile sia quest'ultimo termine lo attesta lo stesso Jung quando sostiene, da un lato, l'a-storicità dell'*archetipo* che sembra affondare le proprie radici nel simbolo e in una confusa memoria primigenia e all'altro, la sua ricollocazione in una storicità seppure fortemente intrisa di mito. Gli archetipi non sono altro che immagini vaghe e confuse, la cui origine e manifestazione trova esplicazione formale nel mito.

L'*archetipo* è il risultato oscuro di una stratificazione complessa delle varie forme assunte dalla «conoscenza del mondo», dell'uomo nella sua fase ancestrale, nei suoi vari stadi evolutivi e nelle differenti prove da lui affrontate nel corso di quella sua prima fase» e, come dice lo stesso Jung sono: «il sedimento di tutte le esperienze della serie degli antenati, ma non sono queste esperienze stesse» (C.G. Jung, *L'io e l'inconscio*, Einaudi, Torino 1948, p. 31).

Da un lato gli archetipi quindi sono fuori dalla storia, dall'altro, essi sono, contraddittoriamente, nella storia, ma sempre privi assolutamente di contenuto come Jung stesso scrive: «L'*archetipo* in sé è un elemento vuoto, formale, che altro non è che una *facultas praeformandi*, una possibilità di rappresentazione data a priori. Le rappresentazioni non vengono ereditate, ma solo le forme, che, a tal riguardo, corrispondono

esattamente agli istinti, anch'essi determinati formalmente» (C.G. Jung, *Ricordi, sogni, riflessioni*, raccolti ed editi da Aniela Jaffè, Rizzoli, Milano 1988, p. 468).

Sulla base di quanto si è detto non è possibile, in architettura, parlare di archetipi in senso junghiano, poiché essi sono privi di supporto materiale, in quanto si richiamano confusamente a immagini/simboli/forme impresse dall'esterno alla materia; in tal senso non sono definibili come archetipi quelli ritenuti tali da Nardi: *megaron*, *capitello*, *architrave*, *trave reticolare* e via archetipizzando!

Insomma il simbolo che Jung identifica con l'*archetipo* non è in grado né di legittimare né di fornire valore e senso alcuno all'*atto tecnico*, perché, nel migliore dei casi gli archetipi sono forme che «corrispondono a degli istinti determinati formalmente», ma privi di sostanza materiale che è la caratteristica principale dell'*atto tecnico* anche quando assume le vesti del *progetto* il quale, in ogni caso, aspira fortemente a materializzarsi.

L'unica nozione chiara, sebbene privata da tutta la coerenza riscontrabile nel pensiero di Adorno, rimane pertanto quella di *atto tecnico* che, per Nardi, sembra tuttavia provvisto solo di valenza strategica operativa, a prescindere dai materiali in cui si congela; essendo l'*atto tecnico* una semplice procedura normativa per fargli assumere la valenza culturale di cui è priva, Nardi ritiene che si debba ricorrere alla nozione junghiana di *archetipo*; ma se l'*archetipo*, privo di valenza tecnica ha solo consistenza culturale e non si concretizza mediante il ricorso ai materiali, cosa può essere altro se non più semplicemente il «tipo edilizio» nella sua pura accezione formale?

Non così per Adorno per il quale l'*atto tecnico* è nel contempo atto conoscitivo/trasformativo ossia atto mentale culturale e *atto tecnico*, al quale è assolutamente superfluo voler attribuire l'ulteriore qualifica di «culturale» con il ricorso relativo alla nebulosa nozione di *archetipo*.

Al di là degli esiti, francamente assai discutibili, delle proposte di culturalizzazione della tecnologia avanzate da Guido Nardi potrebbe forse rimanere valida l'istanza da lui espressa in qualche occasione, cioè quella di collegare gli atti tecnici riscontrati dentro e fuori il cantiere, all'ambito della tradizione costruttiva (alla storia); per es. la funzione del legare e connettere con l'*atto tecnico* o tipo edilizio materialmente realizzato (il capitello o altro tipo di legame o nodo) rendendolo contestuale sia dal punto di vista della materia sia della forma ad un luogo, a una circostanza o situazione ambientale e storica ben precisa, ci sembra un giusto richiamo.

4. La cultura tecnologica dei suoi epigoni

A parziale giustificazione di un tentativo i cui esiti, forse in ambito milanese, sono in seguito maturati seguendo indirizzi e orientamenti diversi, occorre dire che, nonostante una certa oscurità, forse Nardi intendeva ottenere due risultati, peraltro legittimi e corretti:

- portare la propria critica a quanti ritenevano, a iniziare dagli anni Settanta del secolo scorso, che le tecniche esecutive innovative collegate ai nuovi prodotti immessi sul mercato dalla capillare distribuzione dell'industria edilizia, potesse mettere a disposizione della ricerca architettonica/progettuale materiali e soluzioni più che mai sovrabbondanti per la risoluzione strumentale di qualsiasi problema costruttivo. In sostanza, per quanti la pensavano così, l'unica conoscenza utile e fondamentale per la tecnologia doveva essere quella attinente alla perizia nell'impiego dei prodotti dell'industria edilizia;
- richiamare, allo stesso tempo, l'attenzione sulla necessità di porre alla

base del progetto e della tipologia costruttiva stessa, la cornice legittima della cultura tecnologica fondata storicamente; questa doveva essere quella rivisitata sulla base di tecniche e di soluzioni costruttive ipostatizzate le cui nuove radici erano allo stesso tempo antiche: l'innovazione è basata sulla tradizione (vedi il suo libro d'esordio *Le nuove radici antiche*, Milano 1988); il titolo è una sorta di ossimoro da cui prende avvio questo suo filone di pensiero.

Devo ammettere che, negli anni Novanta, fui contagiato da quest'idea, convinto che la giustificazione degli eventi tecnologici dovesse essere individuata nella ricostruzione dei processi storici contestuali alle invenzioni e innovazioni. Questa è una convinzione che ancora difendo, solo, però, se intesa in un contesto evolutivo; essa mi spinse allora a considerare credibile, culturalmente fondato e genuino l'entusiasmo con cui Laner faceva proprie le congetture di Nardi; confesso di essere stato ingenuo e di essere caduto in un equivoco!

È vero però che la discussione sugli archetipi trapiantata a Venezia vide Laner e Barbisan protagonisti della scena; ma se ciò è vero per quanto riguarda la discussione sugli archetipi, invece per quanto attiene il «conio» del termine *tecnema*, mi pare di ricordare, ma può darsi che ricordi male, che il discorso avesse un diverso fondamento, nel senso che ebbe uno svolgimento che mi vide coinvolto con l'intento di sottolineare l'ambiguità della nozione di *archetipo* già formulata nella sede milanese, laddove aveva suscitato la protesta e la contestazione almeno da parte di qualcuno.

Il termine *tecnema* nasceva proprio per sopperire all'oscuro significato e alle improvvise funzioni attribuite da Nardi ad *archetipo*. Forse Laner avrebbe reso più giustizia ai fatti e si sarebbe liberato allo stesso tempo di una responsabilità piuttosto ingombrante se, più prudentemente, avesse condiviso con altri la paternità della voce *tecnema* che, senza fare le opportune precisazioni, suona come una improvvida fola.

Anche il programma di scrittura del computer, solitamente pur molto lacunoso, digitando la parola, come sopra ho fatto, me la sottolinea in rosso ascrivendola tra le parole sconosciute o inesistenti.

Devo perciò dichiarare che la ragione del mio interesse per *tecnema* non è estemporanea né estranea del tutto alla sua successiva irruzione nel campo dei qualificati studi accademici, ma dipende dal fatto che nella creazione del periglioso neologismo, non mi sento esente da colpe, essendo, forse, io stesso, almeno in parte, uno degli ideatori e corresponsabili del travagliato parto. Devo ammettere anche che, per quanto mi riguarda, fui indotto alla co-gestazione di siffatto termine, dall'assonanza fonetica con il termine *morfema* ben noto ai linguisti e agli studiosi di cose letterarie, ma fui forse spinto, più che altro, dalla suggestione che esercitava su di me un termine il cui significato nel contesto della *langue*, mi sembrava risolutivo una volta trasferito al campo della tecnica e a quello del linguaggio meccanico. Ma di questo dirò dopo. Del resto, dopo la sua «consacrazione» avvenuta in un testo di Laner, anch'io lo ho adoperato (ahimé!), estrapolandolo da Laner, la cui formulazione era ancora allo stato di manoscritto e quando la sua pubblicazione non era ancora avvenuta come ho dichiarato in una nota del libro che Laner cita nella bibliografia, là dove mi sembra di averlo discusso, ma forse, con una prudenza maggiore rispetto a quella da lui usata nell'accostamento e correlazione attuali. La ragione è semplice: sin d'allora la connessione tra i due termini, di cui uno completamente inventato, mi lasciava perplesso soprattutto perché mi sembrava difficile motivare come si potessero fondare due lemmi distinti su un'unica radice.

Sulla base di quanto da me detto in quella sede e da lui taciuto in questa, il professor Laner, in modo del tutto incidentale, mi «onora», tuttavia, citandomi, per la verità senza darne alcun motivazione.

Da quel che ricordo e dall'attenzione non proprio fugace che dedicai ai due termini nel mio libro, in particolare alle pagine 49-57, ricostruisco, non senza un qualche sforzo, il contesto non lineare nel quale è maturata l'idea di correlare *morfema* con *tecnema* e le motivazioni che indussero ad introdurre quest'ultimo famigerato neologismo.

Certamente Guido Nardi ne provocò, forse involontariamente, la gestazione e la nascita, proprio lui che in solitaria impresa e in forte dialettica con quasi tutto il fronte della tecnologia dell'architettura tentava, sulla scorta del fulgido esempio di un Giuseppe Ciribini, una sorta di «culturalizzazione» della disciplina, impresa alquanto ardua, ricambiato in compenso dal sorrisetto divertito di qualche collega tecnologo «tecnico-pratico» che dirigeva molto più proficuamente i propri interessi non propriamente scientifici, in campi più opulenti e meno impervi.

L'improprio e sconosciuto termine *tecnema* ha origine così quasi contestualmente, dal punto di vista concettuale, al termine *archetipo* e all'espressione *atto tecnico*, ma non temporale – nasce infatti dopo; esso fa il suo ingresso e si connette attraverso un oscuro collegamento analogico con quest'ultimo assunto al singolare nella sua gravidanza di Atto fornito, questa volta, di un suo contenuto mentale, ma proprio sulla scorta del pensiero adorniano, solidificato e congelato nella materia. Iniziò così la vicenda del termine *tecnema*, come una sorta di precisazione da inscrivere in quello che più genericamente Nardi definiva *atto tecnico* generatore di archetipi, quando il dibattito si trasferì dal Politecnico di Milano a Venezia.

Questo passaggio è documentato dal libro specifico che Barbisan dedicò al termine *archetipo*. Io stesso, come segnalavo di sopra, partecipai alle discussioni che, a distanza di tempo, mi sembrano ora un puro esercizio linguistico-affabulatorio, volto a conferire spessore retorico per non dire stravagante a un coacervo confuso di fatti e nozioni lessicali e no, inerenti alla costruzione che vanno dal tipo edilizio, all'elemento tipologico, a pratiche e a soluzioni costruttive in opera e in corso d'opera, a gesti intesi sia come modulazioni manuali sia come acquisizioni di particolari modalità esecutive di cui è disseminato il vasto campo dell'architettura e dell'edilizia inteso come risultato di conoscenze depositate nella memoria stratificate nel tempo e congelate nel corpo stesso delle costruzioni.

5. Contributo per la definizione del sintagma *morfema-tecnema*

Se lo sforzo di spiegare la complessità dell'*atto tecnico costruttivo* nella sua origine e nelle sue motivazioni è senz'altro un tentativo nobile e non privo in alcuni casi di una certa fecondità, occorre dire però che è necessario essere prudenti nel tirare eccessivamente i fili di una trama il cui tessuto di vari colori, risultato dall'intreccio di varie tinte, nel nostro caso, per uscire di metafora, frutto di varie discipline, ne confonde la trama generando solo disorientamento.

La cosa si complica ancora di più e notevolmente se ad *atto tecnico* si aggiunge la parola *tecnema* per designare e precisare la caratterizzazione tecnica materializzata nell'opera. Tuttavia se questo celato proposito non si può nascondere, bisogna anche aggiungere che solo sulla base di un movimento di complessione che unisca razionalità e intuizione, atti mentali culturali e atti tecnici, avevo pensato che il termine *tecnema*, potesse essere modellato sulla base dell'assonanza analogica, con il termine *morfema*, assumendo da questo anche il carattere di unità minima significante, trasferita dal piano letterario a quello tecnico e della meccanica.

Morfema introdotto in rapporto alla voce *fonema* (l'unità fonetica semplice costituita, di solito, da vocale e una consonante), è impiegato, in ambito letterario, per designare un'unità linguistica minima, dotata di significato, che alla stessa stregua dell'unità fonetica, non può essere ulteriormente suddivisa senza alterarne il significato stesso (*ad vocem*, in qualsiasi dizionario della lingua italiana).

Come nelle lingue il *morfema* è l'unità minima significativa sul piano linguistico così, osavo opinare senz'altro temerariamente, anche il *tecnema* può assumere lo stesso valore semantico di unità minima significativa in un contesto costruttivo, anche quando tale termine non avrebbe potuto essere desunto dal linguaggio tecnico della meccanica, là dove non è presente.

Per chiarire il termine *tecnema* era necessario precisare e identificare quegli elementi costruttivi che potessero assumere il valore di unità minima significativa volendo con tale espressione designare quell'elemento costruttivo che in una struttura o corpo murario svolge una particolare funzione sulla base di una «ragione» o di una modalità omogenea e non scomponibile di lavoro meccanico.

Tecnema, può essere pensato – quindi – come un'unità meccanica minima, un *atto tecnico* compiuto dotato di forma/funzione in grado di concretizzarsi nella maniera più semplice ed elementare in una soluzione costruttiva che assolve un ruolo specifico funzionale nella composizione delle forze agenti (gioco tensioni-deformazioni) nel corpo murario o architettonico.

Per dirla in breve, il *tecnema*, nella sua configurazione di base, sarebbe il risultato della composizione in equilibrio di forze, nel senso della Statica, ottenuto mediante materiali della tradizione costruttiva o anche nuovi.

Questo equilibrio è tale da generare una *macchina* semplice capace però di produrre lavoro anche se ridotta nella sua forma minima ed essenziale; inoltre la sua caratteristica è di essere il risultato sia di elaborazione concettuale, sia d'intuizione, di razionalità e in questo senso è un prodotto di una *forma mentis* cioè d'un atto mentale che trasferito nella materia e realizzato concretamente con materiali appositi, risulti idoneo al compimento di un lavoro o all'esercizio di contenimento delle forze fisiche. Insomma è un *atto tecnico* costituito da materia e forma strettamente connesse in unità, esattamente come voleva Adorno.

Il termine *tecnema*, nella mia convinzione d'allora come, forse più chiaramente, nella mia attuale non poteva, né può, essere confuso né con lo schema statico, né con la concezione strutturale, né tanto meno con la forma strutturale, modalità con cui, allo stato più evoluto e complesso si esprime, in qualche modo, una concezione che rimane un evento più complesso perché comporta spesso l'impiego del calcolo, mentre la voce *tecnema* era da introdurre, con molta cautela, come lemma del linguaggio tecnico pratico della meccanica elementare, nel cui solo ambito, potrebbe avere un qualche senso.

In sintesi il *tecnema* assume di fatto il valore di unità meccanica semplice coincidente con una soluzione la cui funzione è ascrivibile al dominio delle cosiddette macchine semplici (leva, cuneo, vite, piano inclinato ecc. nella varietà delle forme che esse assumono nei corpi naturali e nei prodotti e manufatti artificiali incluse le costruzioni), con il cui concorso furono costruite anche le cattedrali gotiche, nel momento in cui la loro applicazione diveniva soluzione costruttiva basata sulla riduzione elementare di un problema statico che può assumere sviluppi complessi.

Mi pare d'altra parte che il termine *tecnema* così inteso nulla abbia a che fare con la concezione strutturale nella stessa misura in cui *morfema* nulla ha che vedere con la forma strutturale, come è ben illustrato

da Rowland J. Maistone, *Developments in Structural Form*, Penguin, Middlesex (UK) 1983 (I ed. 1975).

Mi sembra che la forma strutturale non può essere ascritta, con disinvoltata acrobazia ed evidente funambolismo, a volte alla sfera del *tecnema* e altre a quella del *morfema* a meno che non si abbia il gusto di spingere il gioco dell'analogia fino all'equivocità.

In un vecchio Dipartimento dello IUAV ormai scomparso da qualche decennio, fu stipulata, con il Ministero dei Beni Culturali, una convenzione su Rischio Sismico che coinvolgeva tutte le competenze dello stesso Dipartimento.

L'allora responsabile, Romeo Ballardini, durante quel periodo, promosse Seminari nazionali di studio sul rischio sismico e la protezione del patrimonio culturale al cui centro c'era ovviamente il problema delle comportamenti delle strutture nel caso di particolari sollecitazioni. Ricordo che allora, assieme allo stesso Romeo Ballardini, scrissi alcune riflessioni di carattere generale (se non generico) sul significato del termine *struttura* e sulla *concezione strutturale negli edifici storici alterati*. Quell'iniziativa consentì incontri tra gli studiosi più in vista della Scienza e della Tecnica oltre che del Restauro di tutta l'Italia e di ciò rimane come testimonianza un ponderoso volume dato alle stampe dall'editore Gangemi.

Quello che ho potuto capire, in quel periodo, a contatto con alcuni veri maestri, era che la costruzione costituisce un evento suggestivo e complesso, il che mi spinse, da dilettante, a farmi un'idea, forse ingenua, sul nesso complesso e arcano che nasce tra la struttura calcolata e realizzata e la sua ideazione che spinge alla genesi di forme diverse attraverso il governo sapiente delle forze in gioco.

È chiaro che dietro ogni forma strutturale vi è una concezione che la sostiene; essa certamente non è frutto di puro calcolo, ma come tutte le forme ha una sua genesi autonoma e una sua particolare ideazione.

La *concezione strutturale* non è una semplice forma costituitasi in modo elementare sulla base di un'immagine o forma appartenente al mondo dell'ideazione fantastica, ma è sostenuta da un processo più complesso; alla sua base c'è quasi sempre il calcolo, anche se privo dell'eleganza e del rigore assunti nel contesto della matematica pura, costretto a «fare i conti» con gli accidenti della materia per il cui governo è necessaria l'intuizione e l'esperienza maturata sul campo della costruzione.

Per questo problema rinvio al conciso scritto di Edoardo Benvenuto introduttivo alla riedizione del libro del Torroja (E. Torroja, *La concezione strutturale: logica ed intuito nella ideazione delle forme*; CittàStudi, XI, 426 p., titolo originale *Razon y ser de los tipos estructurales*, seconda edizione italiana a cura di Franco Levi, CittàStudi, Milano c. 1995), che, per primo, fa riferimento alla concezione strutturale nella «complessione» di logica e intuito. La presentazione introduttiva di Benvenuto ritengo si debba considerare un capolavoro della riflessione epistemologica contemporanea, solido nei contenuti e sobrio ed elegante nella forma, oltre che di godibile lettura per chi vuole approdare al significato profondo del fare tecnico e scientifico in riferimento non solo alla costruzione, ma alla scienza e alla tecnica *tout court*.

Solo rari studiosi possono consentirsi il vezzo di operare ardite contaminazioni da cui nascono poi concetti innovativi e pratiche rivoluzionarie, ma a questi e solo a loro va riconosciuto, meritatamente il titolo di *maestri*, agli altri (a noi) il compito, più modesto, di svolgere il nostro lavoro specifico nei limiti della nostre competenze, per tentare di chiarire il significato e il contesto preciso su cui intende e deve muoversi ogni singola disciplina opportunamente codificata e aliena dall'auto-referenzialità e dall'anarchismo metodologico e concettuale. •

Architettura & sostenibilità

Elisa Alfonsi

Credere nell'Architettura Sostenibile è una sfida non facile: progettare edifici che presentino realmente caratteri di *firmitas*, *utilitas* e *venustas* e che, soddisfacendo i bisogni delle generazioni attuali, non compromettano lo sviluppo di quelle future, sembra un'impresa davvero complessa.

Se lo è per noi studenti di Architettura, abituati dai nostri corsi di studi ad avvicinarci ai progetti con approccio sostenibile, immagino sia stato ancor più difficile calarsi in questa realtà per i professionisti già attivi nel mondo del lavoro da prima che la sostenibilità diventasse una condizione necessaria al «fare Architettura». Recentemente, infatti, la «sostenibilità» è entrata a far parte dell'attività quotidiana di ogni progettista, che deve rispondere a precise normative riguardanti la spesa energetica degli edifici di nuova costruzione. Ovviamente ogni aspetto va ponderato con cognizione di causa. In un'opera architettonica *firmitas*, *utilitas* e *venustas* devono continuare ad avere lo stesso peso della sostenibilità: gli edifici di nuova generazione, caratterizzati da un bassi consumi energetici, devono essere anche solidi, vivibili e belli. Questa precisazione serve per ricordare ai progettisti, trasportati dall'onda del fenomeno Sostenibilità Architettonica che i progetti non devono rimanere tali ed esaurirsi sulla carta, ma devono tradursi in edifici funzionali e a misura d'uomo. Penso che, ferma restando l'importanza dell'efficienza energetica, un edificio passivo e a costo energetico zero sia inutile se non è anche abitabile e se non garantisce agli utenti comfort e benessere; secondo la mia personale opinione, i risultati migliori si ottengono trovando il giusto compromesso tra tutti questi aspetti.

La sostenibilità architettonica, quindi, al pari di tutti gli altri aspetti costitutivi di un edificio, va conosciuta e, considerato che si tratta di una disciplina recente e su cui si stanno compiendo sempre nuovi studi, l'aggiornamento è indispensabile. Tenersi aggiornati non è difficile, considerato che la sostenibilità è diventata un tema diffuso di cui si occupano riviste, conferenze e corsi. Tra questi, cito il «Corso per la Progettazione di edifici ad alta efficienza energetica» promosso dal Collegio degli Ingegneri di Padova, a cui ho partecipato e che mi ha dato l'input per scrivere questo articolo. Organizzato in dodici lezioni a scadenza settimanale, il corso ha affrontato specifici argomenti riguardanti la sostenibilità nell'architettura: dall'analisi delle normative riguardanti l'efficienza energetica degli edifici alla definizione degli accorgimenti progettuali che permettono di ottenere una sensibile riduzione dei consumi.

Molte delle affermazioni che trovate in questo articolo sono tratte proprio dalle lezioni del Corso tenuto all'Ordine degli Ingegneri di Padova che mi ha fornito un'ottima base di partenza per approfondire alcune questioni sull'Architettura Sostenibile che ho espresso di seguito.

Ringrazio vivamente l'ing. Michele Sanfilippo per il suo aiuto alla realizzazione di questo articolo.

Introduzione

La definizione Sviluppo Sostenibile, coniata nel Rapporto Burtland del 1987, sta per compiere vent'anni. Cosa è cambiato in questi due decenni di Sostenibilità? Sicuramente si è allargata la fascia di pubblico interessata all'argomento: se all'inizio la questione premeva quasi solo agli specialisti (coinvolti anche a livello normativo dalle problematiche ecologiche), ora l'interesse si è esteso anche ai «non-addetti ai lavori», sensibilizzati, in buona parte, dall'inarrestabile crisi energetica e dal caro-prezzo dei combustibili fossili. Il settore architettonico (più dell'industria e dei trasporti) è quello che coinvolge più da vicino il pubblico medio e quello su cui è più facilmente possibile realizzare le nostre esigenze di risparmio energetico. Per questo motivo (oltre che per ridurre il tasso di energia consumata dal settore abitativo, stimata il 40% di tutta l'energia dell'Unione Europea), la ricerca sta investendo molto nell'Architettura Sostenibile, un settore che si auspica diverrà dominante nell'ambito della produzione edilizia.

Architettura Sostenibile

L'Architettura Sostenibile ha radici che affondano nelle seconda metà degli anni '70, quando la grave crisi energetica impose ai progettisti di realizzare abitazioni dai consumi ridotti. Prima di allora, tra gli anni '30 e '60 nelle università statunitensi avevano avuto luogo i primi esperimenti di architettura alternativa con case in grado di produrre energia attraverso le radiazioni solari. Queste invenzioni avevano però matrice prevalentemente politica: nascevano infatti in un clima di sperimentalismo, contrario al progresso e alla tecnologia, e che profetizzava la nascita di piccole comunità autosufficienti come alternativa alla società di massa.

Il termine Architettura Sostenibile definisce edifici realizzati con criteri progettuali che rendono possibile la riduzione del fabbisogno energetico. Come afferma Giuseppe Pilla nella presentazione del libro *La barchessa veneta - Storia di un'architettura sostenibile* (a cura di Sophia Los) «Il termine *sostenibile* applicato all'architettura si riferisce alla ricerca delle soluzioni costruttive che massimizzano il benessere dei fruitori attuali garantendo contemporaneamente alle generazioni future la possibilità di conseguire lo stesso risultato, nella consapevolezza che le risorse sono limitate e che lo sperpero e l'inquinamento possono diventare insostenibili per le generazioni future».

Questo tipo di progettazione parte dallo studio del contesto climatico e ambientale: per sfruttare le potenzialità energetiche del sito, ma anche per evitare ingenuità progettuali che imporrebbero alti costi energetici per rendere l'edificio abitabile.

Ciò che determina la differenza è l'approccio progettuale: in un'opera sostenibile tutte le scelte architettoniche sono ponderate sulla base delle conseguenze che avranno sul comfort interno dell'edificio.

Allo stato attuale dei fatti, l'efficienza energetica in un edificio non è solo un valore aggiunto, ma una reale necessità. Questo spiega perché siano sorti, ultimamente, numerosi indirizzi specialistici, master e corsi professionalizzanti sul tema della sostenibilità e perché la letteratura (specialistica e non) su queste tematiche si arricchisca sempre di nuovi apporti.

Eppure, nonostante la conclamata importanza dell'argomento c'è ancora difficoltà da parte di molti a ragionare in termini di *sostenibilità*. Sicuramente, per il progettista operare seguendo criteri di risparmio dell'energia implica uno sforzo mentale e una certa elasticità a liberarsi da convinzioni e convenzioni che hanno accompagnato l'architettura contemporanea fino agli ultimi anni. Diversamente, per il committente può costituire un deterrente il costo di questi interventi (che si stima del 10-15% in più rispetto al normale prezzo di fabbricazione), anche se già nei primi anni di utilizzo di un edificio ad alta efficienza energetica si riscontrano vantaggi economici in grado di ammortizzare questa spesa iniziale; mentre in un edificio convenzionale, il rapporto tra energia usata nel corso del suo esercizio ed energia grigia, impiegata nella produzione dei materiali e nella costruzione degli edifici, è di 10:1.

Sostenibilità in Europa e in Italia

L'Unione Europea ha dimostrato grande fiducia nei confronti dell'Architettura Sostenibile, promuovendo, da un lato, direttive e normative per ridurre i consumi delle abitazioni e, dall'altro, progetti per lo studio degli edifici ad alta efficienza energetica e nuovi enti per aiutare i responsabili alla progettazione ad orientarsi nel mondo della Sostenibilità edilizia.

Fra questi, ad esempio, il programma IEE (Intelligent Energy Europe), all'interno del quale la Commissione Europea promuove il progetto chiamato PEP (Promotion of European Passive Houses), in cui il Passivhouse Institute, definisce un sistema di classificazione degli edifici in base alla loro prestazione energetica stabilita in kWh/m²a (consumo energetico annuale al metro quadro di superficie abitabile riscaldata).

La realizzazione di edifici a ridotto fabbisogno energetico è un obiettivo anche per l'Italia che, a sua volta, recepisce le direttive europee e promuove progetti per la divulgazione in materia di Sostenibilità (ad esempio, il progetto CasaClima, promosso dal 2002 a Bolzano, che ha stabilito una classificazione energetica delle abitazioni, obbligatoria dal 2005 per tutta la provincia).

Ovviamente, il substrato culturale-architettonico italiano fa sì che nel nostro Paese gli edifici ad alta efficienza energetica non si presentino, all'esterno, con forme e materiali altamente innovativi, ma si calino nella tradizione e cerchino di armonizzarsi nel contesto preesistente. Questo non li rende meno *sostenibili*: l'alta efficienza energetica non si ottiene con la somma di singoli fattori (come possono essere la forma, i materiali, l'orientamento presi singolarmente) ma con una pianificazione integrale degli stessi, in cui la composizione architettonica si muova sullo stesso piano della progettazione tecnologica e di quella impiantistica.

Sono noti ormai alcuni *insediamenti residenziali sostenibili* realizzati in via sperimentale, grazie anche al finanziamento ottenuto con i contributi sociali, e caratterizzati da un basso impatto ambientale e un ridotto consumo energetico.

Una delle prime città ad aver promosso questo tipo di interventi è stata Vienna, già esperta in tema di abitazioni collettive dai tempi del primo dopoguerra (le Hofe realizzate in quegli anni sono tuttora funzionanti e abitate). I progetti degli insediamenti a basso dispendio energetico realizzati nella capitale e nella sua immediata periferia risalgono agli anni '80-'90, mentre la loro realizzazione è più recente. Lo studio del contesto climatico è stato basilare alla progettazione: gli edifici progettati in questa zona richiedono un maggior apporto energetico invernale, perciò il criterio-base della loro realizzazione è la massimizzazione degli apporti energetici esterni (dovuto soprattutto all'apporto solare o alla presenza di edifici adiacenti) e la minimizzazione delle dispersioni interne (che si realizza, soprattutto, con un adeguato sistema di isolamento termico).

Considerata la comunanza di intenti che stanno alla base di queste progettazioni, non stupisce che i complessi abitativi Gneis Moos di Salisburgo e Am Hirschenfeld e Sagerdergasse di Vienna presentino caratteri comuni. Essi sono, infatti, tutti caratterizzati da un orientamento strategico per sfruttare al massimo l'irraggiamento solare nelle varie stagioni dell'anno, da una disposizione di corpi che permette la presenza di zone collettive come *cuscinetto termico*, giardini di inverno che assorbono il calore del sole e lo convogliano nelle abitazioni a essi adiacenti e da un sistema di isolamento termico ad alta prestazione, ottenuto per lo più con materiali di derivazione naturale.

L'esperimento è andato a buon fine, se si considerano i risultati energetici ottenuti in questi insediamenti: la abitazioni più dispendiose risultano essere quelle di Salisburgo con un fabbisogno energetico che le fonti stimano di 36 kWh/m²a. Bisogna però sottolineare che si tratta di valori abbastanza approssimativi, in quanto non si precisano le condizioni d'uso dell'edificio (ad esempio, quale sia la temperatura interna media o per quante ore al giorno venga tenuto acceso il riscaldamento o quale sia il ricambio d'aria in termini di Volumi/ora). Si è comunque provato a individuare il valore di energia primaria richiesta da un edificio con un fabbisogno energetico di 36 kWh/m²a, attraverso l'utilizzo di un semplice programma di calcolo per la valutazione energetica degli edifici (come, ad esempio, *Casanova*, diffuso per la sua immediatezza anche fra gli studenti delle Facoltà di Architettura e Ingegneria).



1. S. Los. Scuola materna a Crosara di Marostica (VI), 1972. Primo edificio bioclimatico italiano e uno tra i primi in Europa. Da: *Progetti di architettura bioecologica* di Luca Berta e M. Bovati. Introduzione di S. Los, Maggioli, 2004.



2. Complesso residenziale Am Hirschenfeld, Vienna, 1996.



3-4. Immagine del complesso residenziale Sagerdergasse, Vienna, 1999. Da: di G.W. Reinberg e M.E. Reinberg, «Architettura solare: il modo migliore di vivere», in *Abitare il futuro - Città, quartieri e case*, Be-Ma, Bologna 2005.



5. Complesso residenziale Gneis Moos, Salisburgo, 1993-2000. Da: L. Malighetti, «Una serra in facciata», foto di P. Hejduk, *Arketipo* 5, anno I, luglio-agosto 2006, pp. 66-67.



6. A sinistra: Nuovo Quartiere Ecologico Badia a Settimo San Colombano, Scandicci (Firenze). A Marcelli, «Quartiere ecologico Badia a Settimo San Colombano», *Abitare il futuro - Città, quartieri e case*, Be-Ma, Bologna 2005.

7. A destra, veduta aerea di un quartiere CERV sorto recentemente nel Veneto. «Efficienza acustica termica ed energetica delle Case Cerv – Indagine qualitativa sul costruito dal 1986 al 2005», opuscolo informativo realizzato dal Cerv (Consorzio di Cooperative Edilizie), Padova, giugno 2006.



Si precisa che si tratta anche questa volta di un calcolo approssimativo, dovuto alla mancanza di informazioni dettagliate su elementi che caratterizzano l'edificio (ad esempio, quale sia il suo orientamento, quale sia lo spessore dello strato isolante, quanto sia la percentuale di superficie vetrata in relazione all'orientamento di ogni facciata); in pratica, quali siano i fattori di dispersione di calore e quali invece gli apporti energetici interni ed esterni.

Considerando che si tratta di edifici realizzati con criteri sostenibili, in cui, pertanto, è stata riposta la massima attenzione a questi aspetti, si ipotizza per il calcolo che le dispersioni siano molto ridotte e gli apporti energetici siano rilevanti.

Pertanto, per mantenere una temperatura di 20°C all'interno dell'edificio, supponendo che esso sia dotato di sistema di riscaldamento a gas naturale (il cui potere calorifico è di circa 10 kWh/m³), serviranno 3,6 m³ di combustibile per ogni m² di superficie all'anno.

Considerato che il costo di questo combustibile è di 70 centesimi al m³, per un'abitazione di 100 m², la spesa sostenuta per il riscaldamento è di 252 euro all'anno (arrotondabili a 260 euro/anno).

Anche in Italia sono stati pensati analoghi interventi, attualmente in fase di progetto o di prima realizzazione. Essi nascono all'interno di progetti nazionali (come le Cooperative italiane che aderiscono al programma sull'edilizia eco-sostenibile dell'Ancab/ Legacop) o internazionali: è il caso del Nuovo Quartiere Ecologico Badia a Settimo S. Colombano a Scandicci (FI) scelto insieme ad altre 11 città all'interno del Progetto Europeo Altener, per allestire un'esposizione internazionale di case a basso consumo energetico.

Queste esperienze sono nate con l'intento di promuovere una nuova cultura dell'abitare in Italia, a cui gli utenti fino ad ora hanno risposto favorevolmente. Lo confermano anche i risultati dell'indagine qualitativa sulle abitazioni CERV (Consorzio di cooperative edilizie del Veneto), effettuato su un campione di case realizzato tra il 1986 e il 2005, progettate perciò con un'attenzione crescente alle questioni della sostenibilità e alle problematiche energetiche.

Il giudizio espresso in favore dei sistemi di isolamento termico e del comfort ambientale sono complessivamente tra il buono e l'ottimo. Anche in tema di consumi gli utenti si dichiarano soddisfatti, affermando di percepire un risparmio sul consumo di gas (il combustibile con cui sono riscaldate queste abitazioni) rispetto alle abitazioni precedenti, a parità di condizioni tipologiche, metratura e sistemi di riscaldamento.

Questa testimonianza è la dimostrazione che anche il pubblico italiano riconosce i vantaggi delle case progettate secondo i criteri della sostenibilità, in termini sia di comfort che di risparmio. Il merito di questa popolarità è dovuto sicuramente anche alla capacità dei progettisti di abbinare sistemi costruttivi innovativi a materiali appartenenti alla tradizione architettonica locale. Declinare la sostenibilità secondo forme appartenenti all'immaginario locale, favorisce l'inserimento dell'opera nel contesto urbano e dimostra a chi è scettico nei confronti della Sostenibilità che è possibile realizzare opere a basso consumo energetico senza allontanarsi troppo dalla realtà abitativa a cui siamo abituati.

Come ridurre il fabbisogno energetico in un edificio

Il punto di partenza, nella realizzazione di un *progetto sostenibile*, è lo studio del contesto climatico in cui tale opera è situata. Purtroppo se ora la questione energetica ha raggiunto certi livelli, è anche perché nell'ultimo secolo di progettazione architettonica questo aspetto è stato ostinatamente trascurato. L'esperienza ci ha mostrato che non si può realizzare qualsiasi costruzione in qualsiasi contesto ambientale: a ogni zona climatica, a ogni preciso valore di latitudine altitudine e vicinanza o meno dall'equatore, corrispondono diverse necessità energetiche o, viceversa, potenzialità da sfruttare.

Le valutazioni climatiche danno risultati molto vari anche per regioni appartenenti a uno stesso Stato: pensando, ad esempio, alla varietà climatica che caratterizza le regioni italiane, l'uso del termine *temperato* per il clima di questo Paese risulta troppo generico. Ogni aspetto del sito va definito con precisione, anche solo per comprendere se sarà maggiore la richiesta energetica per il riscaldamento o il raffreddamento dell'edificio che dovrà essere progettato.

La *progettazione sostenibile* esiste in relazione all'assetto climatico del sito in cui l'opera sorge e si concretizza nel rispetto di tutti quei fattori che saranno incisivi nella resa termica dell'edificio, alcuni dei quali vengono di seguito elencati. Bisogna precisare, però, che ognuno di questi, singolarmente, non basta a ridurre il consumo energetico di un edificio: è la loro concertazione, in una strategia che parte dall'analisi del contesto climatico, ambientale e architettonico a dare risultati validi. Questo per ribadire che non esistono formule precostituite a cui appellarsi: ogni edificio è un caso a sé, e i vari fattori, pertanto, hanno un peso diverso a seconda del tipo di intervento e della zona in cui si inserisce.

Bisogna inoltre considerare che la realizzazione di un edificio dipende da molte variabili (vincoli urbanistici e richieste del committente, solo per citarne un paio). Per ottenere una significativa riduzione dei consumi energetici, le seguenti indicazioni costruttive dovrebbero essere seguite il più fedelmente possibile, ma il condizionale qui è d'obbligo, sapendo che non sempre i progettisti possono realizzare ciò che reputano come la soluzione migliore.

I vari fattori di seguito elencati sono espressi in modo sintetico e suddivisi in tre gruppi a seconda della loro sfera di appartenenza (Aspetti di carattere progettuale, Coibentazione termica, Aperture sulle facciate). Essi sono, inoltre, applicabili a un edificio situato in zona caratterizzata da inverni freddi ed estati mediamente calde (come l'Italia settentrionale e centrale), dove, quindi, ci sia necessità sia di incrementare gli apporti energetici in inverno, che di limitare il surriscaldamento estivo. Nell'Italia meridionale, invece, dove il clima è più caldo e secco il problema non è tanto nel gestire le temperature invernali, ma quelle estive: l'attenzione qui è diretta soprattutto al sistema di ventilazione e schermamento dai raggi solari.

Aspetti di carattere progettuale

Le scelte progettuali (come, ad esempio, la disposizione dei locali interni dell'edificio o la scelta delle aperture sulle facciate), presentano inevitabili ricadute sul comfort interno dell'edificio.

Ogni scelta architettonica, a partire dall'orientamento della costruzione e dei suoi

locali, va intrapresa con la consapevolezza di quali saranno le sue conseguenze ai fini del comfort interno dell'edificio o, altrimenti, delle spese energetiche necessarie a renderlo vivibile. Compatibilmente con la disposizione urbanistica circostante, l'edificio dovrebbe essere orientato con l'asse longitudinale in direzione est-ovest in modo che almeno una facciata sia esposta a sud e possa captare radiazioni solari più calde in inverno quando il sole è basso sull'orizzonte (mentre in estate riceve meno radiazione perché i raggi del sole incidono ad angolo acuto sulla superficie terrestre quindi non favoriscono il surriscaldamento).

La disposizione dei locali deve essere stabilita in relazione alle attività da svolgere al loro interno: sempre per il principio precedentemente citato, la zona giorno va preferibilmente dislocata verso la parte sud, mentre cucina e zona servizi vanno preferibilmente disposte a nord, dove svolgono anche la funzione di *cuscinetto termico*.

La forma deve essere quanto più possibile compatta. Infatti poiché lo scambio termico tra interno ed esterno dell'edificio avviene attraverso la superficie dell'involucro, tanto più elevata è la superficie che racchiude il volume, tanto più elevato è lo scambio. Ovviamente non si vuole suggerire la realizzazione di edifici cubici pur di mantenere basso il rapporto superficie/volume; la ricerca di risparmio energetico non deve comunque mai andare a discapito della funzionalità e della vivibilità, né, tanto meno, del valore comunicativo dell'opera che stiamo realizzando. Non si vuole, quindi, portare queste considerazioni agli eccessi e bandire la realizzazione di aggetti sulle facciate (che, specie a sud, sono comunque necessarie per ombreggiare d'estate), ma solo suggerire di prestare attenzione anche a questi aspetti di carattere progettuale che, se ignorati o trattati con superficialità, concorrono a determinare un alto dispendio energetico nell'edificio.

Coibentazione termica

L'isolamento è ancora il sistema su cui si punta maggiormente per ridurre il fabbisogno energetico di un edificio. Questo perché l'isolamento è un sistema economico (o meglio, il costo iniziale è ammortizzabile in breve tempo) e di facile applicabilità. Come si avrà modo di precisare in un paragrafo successivo dedicato solo all'isolamento, il mercato dei materiali costruttivi offre una vasta gamma di sistemi di isolamento. Per orientarsi nella scelta del sistema migliore bisogna ricordare alcuni aspetti, che vengono di seguito sintetizzati.

- L'isolamento termico deve essere consistente. Lo spessore dello strato isolante deve essere calcolato in relazione alla minima temperatura esterna di progetto, che nel Veneto si presume essere di -5°C. Per questa temperatura, la trasmittanza globale U dell'involucro di un edificio dovrebbe essere minore di 0,25 W/m²K: quindi, lo spessore dell'isolante risulta essere di circa 12 cm sul paramento murario.

- Lo spessore dell'isolante dipende altresì dalla conducibilità termica del materiale. Lo spessore dell'isolante, a parità di trasmittanza, è tanto minore quanto minore è la conducibilità termica del materiale. Il rapporto tra questi due fattori è identificato dal valore di resistenza R , che è dato dal rapporto λ/s , Conducibilità termica del materiale / Spessore dello strato isolante.

- Per essere efficace lo strato isolante va applicato con sistema «a cappotto» al perimetro murario e al tetto, ponendo particolare attenzione alla riduzione dei ponti termici. Questo sistema di applicazione, consente anche gli edifici già esistenti di essere dotati di uno strato termoisolante, traendone così un doppio beneficio: economico (poiché riducono nettamente i loro consumi) ed estetico (il paramento murario esterno viene ricoperto dallo strato di isolante e poi da uno strato resistente, come una parete di laterizi forati, a cui si può ancorare una ulteriore «pelle» di rivestimento).

Aperture sulle facciate

La progettazione delle aperture in un edificio richiede uno studio molto attento, in quanto, sono tra le prime cause di dispendio energetico in un edificio: se non progettate correttamente, in inverno sono responsabili di dispersione del calore (in generale, la resistenza termica di una lastra vetrata vale circa 1/3 di quella di una parete opaca, a parità di superficie), mentre in estate sono la principale fonte di surriscaldamento.

Lo studio delle aperture è finalizzato a comprendere quali effetti queste produrranno sul clima interno all'edificio. Esso parte da una valutazione delle loro dimensioni in relazione all'orientamento delle facciate su cui saranno disposte. Lo studio, successivamente, si articola in un'attenta analisi degli elementi che compongono la porta/finestra per comprendere come questi reagiscono al passaggio del calore e decidere, conseguentemente, che spessore attribuire ad ognuno di essi. Per lo studio del «pacchetto vetrato» si può ricorrere all'ausilio di appositi programmi di calcolo (fra cui citiamo, ad esempio, Windows): i dati termici relativi alle aperture vanno quindi inseriti nel calcolo generale del fabbisogno energetico dell'edificio (che si realizza con analoghi programmi) per valutare quale sia la loro complessiva incidenza nella spesa energetica dell'edificio. In generale, per un edificio come quello preso ad esempio, nello studio delle aperture vanno tenuti in considerazione alcuni fattori, che elenchiamo di seguito. Per quanto concerne la disposizione e l'ampiezza delle aperture ricordiamo che un elemento che caratterizza gli edifici sostenibili è la presenza di numerose aperture sul lato sud. Esso, infatti, garantisce l'apporto solare in inverno quando il sole è basso sull'orizzonte, mentre in estate riceve meno radiazione perché i raggi del sole incidono ad angolo acuto sulla superficie terrestre quindi non favoriscono il surriscaldamento (ma comunque è bene prevedere un sistema di ombreggiamento contro le radiazioni solari basse). Si evitano, in genere, le ampie aperture sui lati nord e ovest, che non migliorano molto il bilancio energetico invernale (ed, inoltre, quelle ad ovest in estate captano ancora le radiazioni solari e favoriscono il surriscaldamento interno dell'edificio).

È diffuso e consigliato il sistema di schermatura «intelligente»: alberi sempreverdi a nord, dove svolgono una funzione protettiva contro le correnti d'aria fredde e a foglie caduche a sud e a ovest, per schermare le radiazioni solari basse in estate.

Per quanto riguarda la scelta dei componenti del pacchetto vetrato, per un edificio che necessita in inverno di introdurre un buon apporto di energia solare e di evitare la fuoriuscita del calore interno e in estate di difendersi dall'apporto dei raggi solari, sono consigliati alcuni accorgimenti.

Tabella 1

Tipo di vetro	Strato 1	Strato 2	Strato 3	G	U W/m ² K	Prezzo (Euro/ m ²)
Vetro semplice (4 mm)	Vetro semplice	/	/	0,85	5,8	8 - 10
Vetrata isolante tradizionale (4-12-4 mm)	Vetro semplice	Aria	Vetro semplice	0,76	2,9	24
Vetrata isolante basso emissiva (4-12-4 mm)	Vetro semplice	Aria	Vetro con strato basso emissivo	0,62	1,7	30 - 33
Vetrata isolante con superficie riflettente 1 (6-15-6 mm)	Vetro per il controllo solare	Argon	Vetro con strato basso emissivo	0,37	1,1	53 - 58
Vetrata isolante con superficie riflettente 2 (6-15-6 mm)	Vetro per il controllo solare ad alta selettività	Argon	Vetro semplice	0,26	1,1	105 - 115



8. Clima freddo. Tetti spioventi a Pesariis, Carnia.



9. Clima temperato. La casa rurale veneta.



10. Clima caldo-umido. Villaggio a Betsimisaraka, Madagascar. *Energia e Habitat*, A. Cornoldi, S. Los (a cura di), Franco Muzio, 1980.



11. Clima caldo-secco. Esempio di architettura berbera.

• Compatibilmente con le esigenze di progetto, è meglio scegliere un tipo di vetro abbastanza trasparente (la trasparenza si misura in valori compresi tra 0 e 1), che consente un maggior passaggio di luce e di calore dovuto ai raggi solari in inverno. Per un'abitazione situata in una zona dal clima caldo, invece, è meglio scegliere un vetro con alto Coefficiente di Shading. Esso misura la capacità di schermare i raggi solari diretti verso la finestra ed è stimato in valori compresi tra 0 e 1 (a 1 corrisponde la schermatura totale).

• I raggi solari, rischiano altresì di surriscaldare gli ambienti interni quando d'estate battono a picco sui lucernai. In casi come questi, per limitare l'effetto serra si possono dotare le superfici vetrate sulla copertura di particolari vetri (come quelli scelti da T. Hergoz per il suo Design Centre di Linz e realizzate dal Laboratorio Barthenbach). Si tratta di lastre di vetro isolante e dotate di reticolo retroriflettivo (la cui forma si può assimilare a quella di minuscoli prismi fra loro adiacenti) in grado di far entrare i raggi solari indiretti e di disperdere quelli diretti.

• Il serramento disperde più energia della superficie vetrata, pertanto il rapporto tra l'area della superficie vetrata e l'area del serramento deve essere più basso possibile. Le finestre dovrebbero inoltre essere realizzate con telaio ad alta prestazione termica (ovvero dotato di taglio termico o riempito di materiali con conducibilità termica molto bassa che rendono più difficoltosa la fuoriuscita di calore) per ridurre la presenza di ponti termici. Il programma per il calcolo delle superfici vetrate dimostra che i serramenti in vinile (o pvc) sono quelli con trasmittanza più bassa ($U = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$), seguiti da quelli in legno ($U = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$) e da quelli in alluminio ($U = 3,9 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Per ridurre la dispersione di calore sulle aperture in facciata, è bene scegliere vetri dotati di schermo basso-emissivo nella parte interna. L'emissività misura la capacità di un corpo di far passare calore per irraggiamento; pertanto, mentre il vetro esterno può avere un valore alto di emissività, sarebbe preferibile che l'emissività di quello interno fosse abbastanza bassa per evitare fuoriuscite di calore. Lo schermo basso-emissivo si ottiene con un deposito di ossidi di metallo sulla superficie della lastra rivolta verso l'interno e va sempre protetto con una ulteriore lastra di vetro. Si viene a creare così un «pacchetto vetrato» con una resistenza termica nettamente superiore a quella che si avrebbe con una lastra singola (successivamente è riportata una tabella in cui vengono comparati tipi di vetri diversi e le rispettive trasmittanze U).

• L'intercapedine che si forma tra le due lastre di vetro va riempita con aria disidratata o con un altro gas a bassa conduttività, per migliorare la resistenza termica del pacchetto vetrato.

Il pacchetto vetrato dovrebbe presentare bassi valori di trasmittanza U ma con elevato grado di trasmissione della radiazione solare g , che misura la percentuale di energia trasmessa direttamente e la percentuale di quella ritrasmessa dopo essere stata riflessa.

Le maggiori aziende produttrici di vetri da anni sono orientate verso lo studio di sistemi vetriati composti da vetri a controllo solare e dotati di filtro basso-emissivo con interposto gas ad alta resistenza termica.

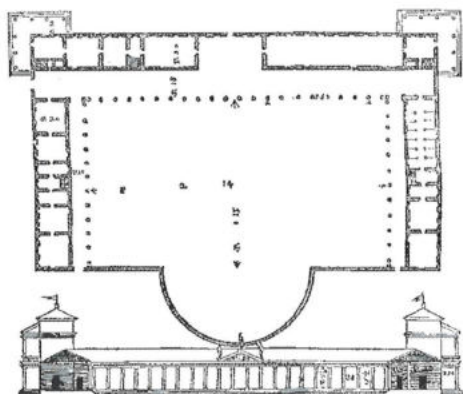
In commercio sono presenti ormai numerosissimi modelli di «pacchetti vetriati» per il controllo solare, realizzati con componenti diversi e ognuno caratterizzato da precisi valori di trasmittanza U e fattore solare g e, ovviamente, da prezzi diversi.

Ne è stato scelto un campione, tra quelli individuati tramite un'indagine di mercato. I dati sono stati messi a confronto nella tabella 1 per una sintetica analisi costi-benefici. Il raffronto dei dati presenti nella tabella permette alcune considerazioni.

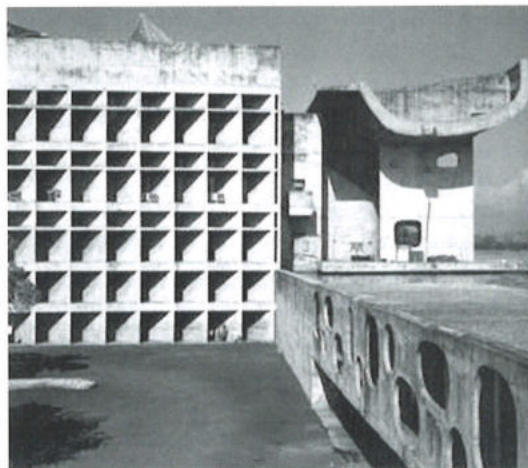
Innanzitutto si deve precisare che le prime due tipologie, la cui trasmittanza è rispettivamente di 5,8 e $2,9 \text{ W/m}^2\text{K}$, indicate in tabella, hanno semplice valore indicativo, considerato che la normativa in vigore dal 1 gennaio 2006 prevede che la trasmittanza U massima per una superficie vetrata in un edificio di nuova costruzione sia di $2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Le vetrerie non hanno comunque interrotto la vendita di questi prodotti, ma vi allegano, al momento della vendita, una bolla (che va contrassegnata dall'acquirente) in cui dichiarano che il materiale non soddisfa il requisito minimo di legge. L'utilizzo di questi prodotti viene comunque in genere sconsigliato. A fronte di un prezzo di acquisto contenuto (massimo 10 euro per la lastra di vetro semplice e 24 per una doppia lastra non basso emissiva con interposta aria), sono prevedibili alti costi energetici per far fronte alle dispersioni di calore interno dell'edificio. È preferibile, piuttosto, puntare su una vetrata composta da: lastra con strato basso emissivo-aria-lastra semplice. Rispetto al pacchetto composto da lastra semplice-aria-lastra semplice, la trasmittanza U è significativamente più bassa (da 2,9 a $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$) e il prezzo è più alto di un terzo circa.

La vetrata isolante con superficie riflettente 1 e 2, sono qui presentate a dimostrazione che si possono raggiungere valori di trasmittanza ancora più bassi (circa $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$) lavorando con superfici specchianti, che riducano sensibilmente la quota entrante di fattore solare g (e che sono, pertanto, più indicate per zone calde, in cui il surriscaldamento è un problema non solo estivo). Esse presentano, inoltre uno strato di Argon, caratterizzato, rispetto all'aria da una minore conduttività ($0,016$ contro $0,024 \text{ W/mK}$) e una maggiore viscosità, che lo rende meno mobile. Anche il prezzo sale notevolmente, ma il risparmio sulla spesa della climatizzazione è evidente.

È il caso di precisare che le superfici specchianti, se garantiscono un buon controllo solare, riducono, però, notevolmente l'apporto luminoso all'interno degli ambienti. Questi pacchetti vengono, perciò, usati in edifici a funzione commerciale o direzionale, che presentino un impianto di illuminazione continuo; non sono molto diffusi, invece, nelle abitazioni private, in cui, in genere, si preferisce l'utilizzo di vetrate doppie con strato basso emissivo. In queste, per ridurre ulteriormente il valore della trasmittanza U , si può intervenire sullo strato di gas tra le due lastre. Si può, infatti, aumentare lo spessore dell'intercapedine d'aria da 12 a 15 mm (il prezzo è maggiorato di circa 2 euro/m²) o inserire, al posto dell'aria, Argon: in questo caso il prezzo varia sensibilmente (circa 7,5 euro/m² in più sul prezzo base).



12. Il progetto di Villa Repeta, poi Sale di San Damiano, Mocenigo, Bressan a Campiglia dei Berici. Da: Sophia Los (a cura di), *La barchessa veneta. Storia di un'architettura sostenibile*, Ceted, 2006.



14. Le Corbusier, Palazzo dell'Assemblea, Chandigarh, India, 1956.



13. Le Corbusier, Villa Savoye, Poissy, Francia (1929-1931), emblema dei Cinque punti dell'Architettura.



15. Luis Kahn, Palazzo del Parlamento di Dacca, Bangladesh, 1962.

Architettura Sostenibile e Regionalista

Quando si parla di Architettura Sostenibile non si può prescindere dallo studio del sito e della relativa situazione climatica (intesa come profilo di temperatura, umidità relativa, intensità e direzione del vento) della zona in cui si va a progettare. L'architettura sostenibile si pone infatti come controtendenza ai movimenti che hanno uniformato la produzione architettonica nel mondo (classicismo, funzionalismo e International Style, ad esempio) mentre punta piuttosto a riscoprire i principi del regionalismo e li attualizza nel contesto della contemporaneità. La storia dell'architettura fino ai giorni nostri, ha sempre oscillato fra questi due registi: quello più *naturale* del regionalismo, che si serve delle tradizioni costruttive e dei materiali del sito in cui l'opera viene realizzata e quello più *artificiale* dell'architettura accademica, che si basa su principi teorici ripresi dai trattati storici e propone uno stile avulso dal contesto e usa materiali standardizzati.

L'architettura della tradizione presuppone uno studio attento del sito e le soluzioni architettoniche che vengono adottate rispondono sempre a precise motivazioni di carattere climatico.

Possiamo individuare, con una semplificazione proposta da V. Olgyay (autore nel 1962 del libro *Progettare con il clima, un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*), quattro tipi di zone climatiche: la zona fredda, la zona temperata, la zona caldo-arida e la zona caldo-umida, in ognuna delle quali prevalgono caratteri insediativi e tipologici diversi. Si ribadisce che si tratta di una semplificazione sia nella definizione del clima che delle tipologie architettoniche individuate: ogni zona climatica sarà caratterizzata, a sua volta, da regioni molto diverse dal punto di vista ambientale e, di conseguenza, da tipologie architettoniche altrettanto varie.

Nella zona a clima freddo le abitazioni sono a pianta ridotta e molto alte, per mantenere il dispendio di calore, e i tetti hanno spioventi accentuati per evitare i sovraccarichi di neve.

Nelle zone a clima temperato viene data rilevanza agli spazi aperti e alle zone di filtro tra gli ambienti pubblici e quelli privati (come i portici) che fungono, durante il periodo estivo, sia da schermatura solare sia da *camino di ventilazione*; mentre nel periodo invernale si cerca di evitare le infiltrazioni di aria fredda e di mantenere l'edificio caldo all'interno.

Nelle zone a clima caldo-umido le abitazioni sono aperte verso l'esterno per godere del clima caldo e hanno pianta libera per favorire al massimo la ventilazione e non sono circondate da verde per evitare di accrescere il tasso di umidità nell'aria.

Nelle zone a clima caldo-secco si cerca di creare ambienti quanto più possibile freschi. Per questo le abitazioni sono spesso parzialmente interrate o sono dotate di sistemi di corti interne (che si mantengono fresche perché protette dalle stanze circostanti) o sono costruite a ridosso di vassche d'acqua perché siano rinfrescate mediante l'evaporazione.

Non necessariamente l'architettura della tradizione e quella di matrice accademica sono antitetiche: illustri esempi, nella storia, hanno dimostrato che le due tendenze possono intrecciarsi dando risultati molto sensati e intelligenti. Palladio, a questo riguardo parlava nei suoi trattati di «invenzioni secondo diversi siti» e ne dava dimostrazione pratica nelle sue opere architettoniche: operando nell'umidissimo territorio veneto, usava, ad esempio, riproporre il tema del portico in quasi tutte le ville padronali, creando così zone coperte in caso di pioggia e fresche durante l'estate. Questi ambienti, che prendono il nome di «barchesse», hanno come riferimento architettonico le case rurali che hanno caratterizzato la tradizione costruttiva della campagna veneta nei secoli scorsi. Palladio orientava le barchesse con l'asse longitudinale in direzione est-ovest e disponeva il

porticato lungo la facciata sud, per trasmettere all'interno dell'edificio le radiazioni solari più basse e di filtrare quelle a picco. Alle facciate a est e a ovest è dedicato uno spazio ridotto e sono in genere protette: quella a oriente perché surriscaldata in estate e fredda in inverno; la seconda perché esposta alla pioggia e al vento prevalente.

Anche Le Corbusier mostrava degli interessi per le questioni climatiche: sembra, ad esempio, che l'utilizzo dei *pilotis* nelle zone dal clima caldo-umido non avesse come scopo solo l'ottimizzazione dello spazio, ma servisse anche per rialzare l'abitazione dal suolo, così come lo spostamento del verde dal giardino al tetto, fosse in realtà un dispositivo per evitare di umidificare troppo l'ambiente intorno alla casa.

Anche i *brise-soleil*, che, diversamente dai dispositivi sopra citati, non rientrano tra i *Cinque punti dell'Architettura*, sono un elemento usato frequentemente da Le Corbusier per creare delle zone d'ombra vicino alle aperture ed evitare il surriscaldamento interno dell'edificio.

Nella Casa Meyer, a Garches, Le Corbusier studia le facciate in modo differenziato a seconda dell'orientamento, dotandole a seconda dell'incidenza del sole, di logge, balconi e terrazze, così come aveva visto fare nei paesi caldi durante i suoi viaggi in Oriente e, infine, al termine della sua carriera, realizza una serie di progetti in cui si rivela il ruolo centrale del sito e del contesto climatico. Appartengono a quest'ultima fase i progetti Roq e Rob presso Cap Martin del 1949, realizzata con un linguaggio pienamente mediterraneo, e i progetti Casa Sarahbhai e Casa Shodan ad Ahmedabad del 1956, caratterizzate da spazi ventilati e ombreggiati e protetti dal calore esterno.

Nell'esperienza di Chandigarh del 1956, considerata come evento conclusivo della sua grande produzione architettonica, ripropone i principi dell'architettura bioclimatica schermando gli edifici istituzionali con *brise-soleil* e doppio tetto in cemento armato, portici molto alti e presenti e di vasche d'acqua per il rinfrescamento climatico.

Tra i grandi architetti che hanno mostrato attenzione per il contesto climatico, ricordiamo Luis Kahn, che, traendo ispirazione dalle rovine di Villa Adriana a Tivoli, dota le sedi istituzionali a Dacca e il Salk Institute in California di doppio involucro murario e di vasche d'acqua, per questioni sia rappresentative che climatiche.

Nei CIAM del secondo dopoguerra si discute la tendenza europea di quegli anni di ibridare l'architettura moderna con l'architettura della tradizione, tendenza che verrà appunto definita da Giedion come *nuovo regionalismo*. Fra i maggiori esponenti di questa tendenza, vi saranno gli architetti del Team X (fra cui R. Erskine), che dimostreranno l'importanza dello studio dei fattori climatici del sito nella progettazione dell'edificio.

Eppure, quella che oggi definiremmo come architettura climatica, fu in un qualche modo accantonata nei decenni successivi, quando la disponibilità di combustibile fece crescere il mercato dell'impiantistica, che illuse i progettisti di poter climatizzare a proprio piacimento ogni ambiente. Non era un'illusione, era la realtà, ma il prezzo da pagare in termini ambientali è stato davvero molto alto.

Se ne è accorta la generazione successiva, che, attorno agli anni '70, ha dato vita a quella che oggi viene definita come Progettazione Sostenibile: partendo dai principi del Regionalismo, essa mette al centro della progettazione architettonica l'ambiente locale e la sua condizione climatica.

Uno dei maggiori esponenti di questo movimento è Sergio Los, apripista delle tendenze di Architettura Sostenibile nel nostro Paese e sostenitore del Regionalismo, disciplina oggetto di molte sue pubblicazioni e su cui si fonda la sua produzione architettonica.

Sergio Los fu progettista, nel 1972 della Scuola Materna a Crosara di Marostica (Venezia), primo edificio bioclimatico italiano, nonché uno dei primi in Europa. In questo progetto (come, del resto, in quelli successivi) pone al primo posto della ricerca lo studio del sito e del contesto climatico per individuare condizioni architettoniche che gli permettano di sfruttare gli apporti energetici naturalmente garantiti dall'ambiente. Il lotto si trova su un versante collinare rivolto a sud: per ottimizzare le potenzialità del sito, l'architetto ha interrato parzialmente l'edificio lasciando scoperta, a sud, una zona – serra che serve per la captazione diretta delle radiazioni solari e offre un microclima intermedio fra interno ed esterno per i momenti di gioco collettivo.

La serra realizza un sistema solare passivo integrativo all'impianto di riscaldamento ad aria: l'aria calda che entra dalle pareti vetrate della serra



16 e 17. S. Los, Scuola materna a Crosara di Marostica (Venezia), 1972. Vedute della serra dall'interno e dall'esterno.

ra riscalda gli ambienti dell'asilo ed è convogliata al primo piano dalle prese d'aria disposte alla quota del pavimento. Per evitare il surriscaldamento nel periodo estivo, la serra è dotata di pannelli apribili sui lati est/ovest.

L'asilo è caratterizzato da un tetto erboso, che è spazio di gioco per i bambini e che regola, nelle stagioni, gli apporti energetici dovuti alle radiazioni solari: l'erba alta, d'estate, riduce l'apporto di radiazioni dirette, mentre quando è bassa, in inverno, lo facilita.

Questo edificio, selezionato dalla Cee come uno dei progetti dimostrativi più interessanti, ha segnato l'avvio di una ricerca attiva nell'ambito della Progettazione Sostenibile in Italia, che ha visto protagonista molte altre volte Sergio Los.

Tra i suoi progetti ricordiamo anche la scuola materna Onairc di Tarvisio (1965), la Cassa Rurale di Brendola (Vicenza, 1984), e il progetto sperimentale promosso dall'Ordine degli Architetti di Treviso per case realizzate con energie rinnovabili a Tenerife (Spagna, 1996). Essi sono tutti caratterizzati da una comune ricerca di fondere i caratteri ambientali legati alle qualità climatiche del sito, con quelli stilistici legati all'identità culturale del luogo.

È questo il tipo di ricerca progettuale che nel mondo dell'architettura viene oggi richiesto, e non tanto la progettazione ultra tecnologica, che necessita di grandi impianti ad alto dispendio energetico.

Con questo non si vuole comunque demonizzare lo sviluppo tecnologico prodotto fino ad ora o l'impiantistica tradizionale, che devono continuare ad essere oggetto di studio e di progettazione, ma è anche vero che accanto a questa deve svilupparsi un sistema di produzione energetica alternativo, per risparmiare quanto più possibile nella realizzazione delle abitazioni e per non incrementare l'emissione di anidride carbonica nell'atmosfera.

L'importanza dell'isolamento termico

Per i pannelli solari il rapporto tra il costo d'investimento e il risparmio conseguito è infatti ancora molto basso e la spesa è perciò difficilmente ammortizzabile.

Le cifre espresse dal raffronto fra edifici isolati, non isolati e non isolati ma dotati di impianto solare, desunte da fonti internet, dimostrano che anche in Italia, è ancora preferibile puntare su un buon isolamento dell'edificio prima di valutare il ricorso ad impianti solari.

L'isolamento è il sistema più conveniente anche sotto il profilo ambientale. Nella valutazione di edifici energeticamente efficienti, bisogna infatti considerare l'impatto energetico ed ambientale complessivo di un manufatto e dei materiali usati per realizzarlo.

Questa indagine, definita LCA (Life Cycle Assessment), somma l'impatto energetico e ambientale di un prodotto nelle sue quattro fasi:

1. estrazione delle materie prime e degli intermedi
2. produzione dei materiali in stabilimento
3. uso del prodotto
4. dismissione e riciclo del prodotto.

L'LCA di un pannello isolante dimostra che il suo assorbimento di energia e la sua produzione di anidride carbonica sono limitate alle fasi 1,2,4, ma le farà risparmiare durante tutto il periodo del suo utilizzo. Ovviamente quanto è più alto il contenuto energetico di un materiale, minore è la sua compatibilità ambientale.

Quindi, per il basso impatto ambientale e per il risparmio energetico connesso al suo utilizzo, l'isolante termico continua ad essere uno dei materiali più richiesti nella produzione edilizia e, pertanto, oggetto di continue innovazioni.

Attualmente, accanto ai sistemi di isolamento più tradizionali, ne sono comparsi di nuovi, al fine di soddisfare le richieste prestazionali avanzate dal mercato edilizio negli ultimi anni.

Fra questi, si citano, ad esempio, i diversi tipi di isolanti realizzati con materiali naturali (fibra di cocco, cellulosa, canapa, paglia, lana, piuma d'oca): essi garantiscono prestazioni termiche al livello dei tradizionali isolanti polimerici di sintesi (la conducibilità termica di quelli naturali è di 0,04-0,055 W/mK contro i 0,035 W/mK di quelli tradizionali) e, al contempo, sono materie rinnovabili e riciclabili con bassissime emissioni di sostanze nocive durante tutto il loro LCA.

Altri studi sono stati condotti per ottenere isolanti con migliori prestazioni termiche.

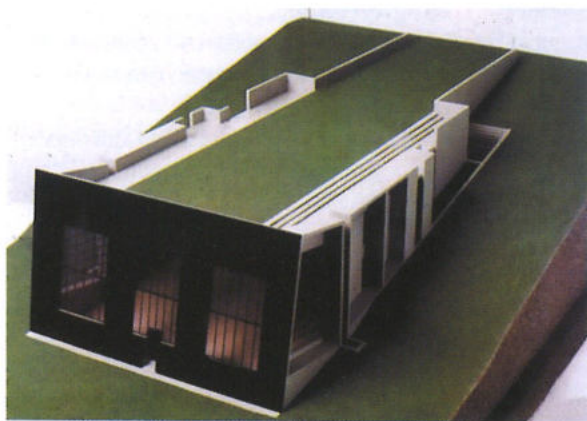
I materiali isolanti tradizionali sono costituiti infatti da un reticolo poroso a bassissima conduttività che ingloba aria tra le proprie fibre e non le permette di muoversi all'interno di esse. In questo modo i sistemi isolanti impediscono contemporaneamente la trasmissione di calore tramite conduzione e convezione, lasciando, però, libero lo scambio di calore per via di irraggiamento. Un sistema di isolamento innovativo è in grado di impedire anche questo tipo di trasmissione di calore: si tratta di pannelli isolanti realizzati con materiali riflettenti, costituiti per lo più da pannelli multistrato (fino a un massimo di 15 strati) in cui si alternano fogli di materiale metallico basso emissivi ad altri con materiale a bassa conduttività.

Gli strati di materiale metallico sono costituiti, per lo più, da alluminio al 99% con elevato coefficiente di riflessione (almeno 0,9) e bassa emissività (circa 0,1); gli strati di materiale a bassa conduttività sono realizzati, invece, con materiali fibrosi.

Questi pannelli raggiungono una resistenza termica 10 volte più alta di quelli tradizionali: un pannello di 20-30 mm della tipologia innovativa garantisce infatti la stessa resistenza di uno tradizionale spesso 200-250 mm.

Sono da ascrivere fra gli ultimi ritrovati del settore, anche i materiali isolanti trasparenti (TIM) che vengono utilizzati nella realizzazione degli edifici con involucro vetrato.

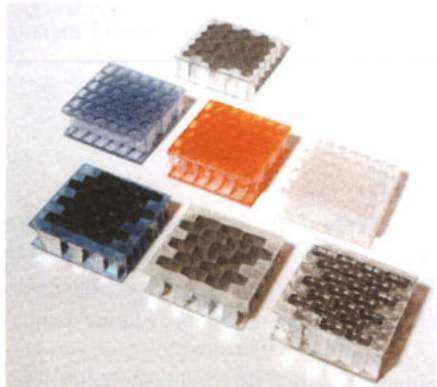
Questi pannelli sono utilizzati nella parte interna della vetrocamera, consentendo ai raggi solari di entrare nell'ambiente in maniera attenuata e, quindi sono utili sia per il controllo del consumo energetico invernale che



18. S. Los, plastico della Scuola materna.



19. S. Los, Scuola materna a Crosara di Marostica: particolare del tetto erboso. Da: *Progetti di architettura bioecologica* di Luca Berta e M. Bovati. Introduzione di S. Los, Maggioli, 2004.



20-21-22. Da: ARTEC. F. Peron, «Nuovi materiali per l'isolamento dell'involucro edilizio», *Abitare il futuro - Città, quartieri e case*, BeMa, Bologna 2005.

Riferimenti bibliografici

- S. Los, N. Pulitzer, *Architettura della Evoluzione*, Luigi Parma, Bologna 1977.
- Regionalismo dell'Architettura*, S. Los (a cura di), Franco Muzio, Padova 1990.
- Energia e Habitat, A. Cornoldi, S. Los (a cura di), Franco Muzio, 1980.
- La barchessa veneta. Storia di un'architettura sostenibile*, Sophia Los (a cura di), Ceted, 2006.
- F. Peron, «Nuovi materiali per l'isolamento dell'involucro edilizio», in *Abitare il futuro - Città, quartieri e case*, BeMa, Bologna 2005.
- P. Bocci, «Abitare in Cooperativa: l'impegno per il risparmio energetico», in *Abitare il futuro - Città, quartieri e case*, BeMa, Bologna 2005.
- G.W. Reinberg e M.E. Reinberg, «Architettura solare: il modo migliore di vivere», in *Abitare il futuro - Città, quartieri e case*, BeMa, Bologna 2005.
- L. Malighetti, «Una serra in facciata», in *Arketipo*, n. 5, anno I, luglio-agosto 2006, p. 66-67.
- L. Berta e M. Bovati, Introduzione di S. Los, *Progetti di architettura bioecologica*, Maggioli, dicembre 2004.
- «Efficienza acustica termica ed energetica delle Case Cerv - Indagine qualitativa sul costruito dal 1986 al 2005», opuscolo informativo realizzato dal Cerv (Consorzio di Cooperative Edilizie), stampato a Padova nel giugno 2006.

estivo. I TIM sono in genere realizzati in aerogel di silice (materiale inorganico composto al 4% da silice) e caratterizzato da un numero elevatissimo di cavità di dimensioni dell'ordine di 10-100 nm riempite d'aria, che consentono di ottenere una bassissima conduttività (circa 0,02 W/mK).

Queste innovazioni sono attualmente diffuse in settori di nicchia e soprattutto all'estero, mentre in Italia si punta sugli isolanti polimerici di sintesi, più conosciuti ed economici: ma sotto il profilo del risparmio energetico un buon sistema di isolamento si può ottenere anche con i materiali più tradizionali.

Nelle chiusure verticali, non è solo il materiale a determinare la qualità dell'isolamento, ma anche il sistema con cui questi vengono assemblati nella parete. Una parte della già citata inchiesta CERV (Consorzio di Cooperative Edilizie), mette a confronto il comfort termico ottenuto con diversi sistemi di isolamento, in estate e in inverno. Le abitazioni (classificate come alloggi condominiali, unità a schiera e biville) presentano tre diversi tipi di sistemi parete: laterizio tipo Poroton, blocco cassero e laterizio con cappotto.

Il laterizio tipo Poroton differisce rispetto agli altri mattoni perché è dotato di un nucleo alveolare, che gli conferisce una maggiore inerzia termica. Per le case CERV non si è più utilizzato questo sistema costruttivo dal 1995 in poi, preferendogli, invece, il laterizio rivestito esternamente di uno pannelli isolanti (laterizio con rivestimento «a cappotto») o il sistema «a blocco cassero», costituito da un insieme di elementi cavi composti da trucioli di legno impastati con cemento (legno mineralizzato), posati a secco e legati da un getto di calcestruzzo gettato internamente agli stessi e da un'armatura in acciaio posata in senso orizzontale e verticale. Le pareti esterne sono poi ulteriormente coibentate con l'applicazione di uno strato di 5cm di isolante.

Tutte le abitazioni sono dotate di sistema di riscaldamento con caldaia autonoma a gas con una potenza compresa tra i 10.000 e i 22.000 Kcal/h

Il consumo energetico medio rilevato è di 12,33 m³ di gas/ m² all'anno, dato che risente, comunque, degli «usi secondari» di gas per il riscaldamento dell'acqua e per gli usi di cucina, che incidono mediamente di un 22-26% sul consumo complessivo (quindi un valore compreso tra i 2,9 e i 3,2 m³/m² di gas).

In generale si sono riscontrati giudizi migliori sul comfort termico da parte degli abitanti della tipologia «alloggi» (perché, ovviamente, almeno in inverno, c'è un maggior scambio di calore interno tra gli appartamenti tra loro adiacenti), e soprattutto tra quelli realizzati con murature esterne in blocco cassero, seguite da quelle con laterizio a cappotto.

Per quanto riguarda i consumi, invece, si dimostra vincente il sistema di laterizio con rivestimento a cappotto: a parità di metratura e tipologia edilizia, negli edifici realizzati con questo tipo di sistema parete si verifica una spesa di 10 m³/m² di gas, contro gli 11,52 m³/m² degli edifici con muratura in blocco cassero e i 14,52 m³/m² di quelli in laterizio tipo Poroton.

In conclusione, i risultati di questa indagine ribadiscono che per abbassare i consumi energetici all'interno di un'abitazione e garantirvi comunque una temperatura confortevole è necessario, prima di tutto, curare attentamente la coibentazione dell'edificio.

La progettazione «intelligente» di pacchetti-parete, realizzati con materiali ad alta resistenza termica e disposti in modo da abbassare il passaggio di calore da un ambiente interno caldo a uno esterno più freddo, è ancora il modo più usato ed economico per evitare i dispendi energetici in una abitazione.

Conclusioni

È il caso di dire che oggi come oggi nessun aspetto è trascurabile nella progettazione di edifici e opere architettoniche. Il primo sguardo alla situazione energetica attuale lascia i progettisti dubbiosi e al contempo li carica di responsabilità. Ma è anche incoraggiante vedere che il problema è sentito e che vi sono numerose proposte per diffondere l'informazione e arginare la situazione attuale.

Ovviamente la questione non riguarda solo il mondo dell'edilizia, ma è un problema corale e per arginarlo è necessaria la concertazione di tutti i settori produttivi e la messa a sistema dei codici normativi in maniera di sostenibilità nazionali e internazionali.

Quello che viene richiesto a tutti è un impegno collettivo molto alto, da vedere come un investimento con l'obiettivo di migliorare una situazione ormai molto compromessa.

Sicuramente, la questione energetica ha oltrepassato la soglia di reversibilità e non sarà in ogni caso possibile ritornare alla condizione degli anni precedenti al «boom energetico». Ma se il problema continuerà ad essere sempre più sentito e diffuso, in breve tempo si riscontreranno gli effetti positivi a livello ambientale e a livello economico. •

Nella notte del trasferimento verso piazzale Roma dal suo cantiere di Marghera eravamo in tanti, migliaia, ad affollare le rive per vederlo passare verso la riva di Santa Lucia dove dovrà essere montato, imbarcato sulla grande chiatta «Susanna» ha imboccato la Giudecca alle ore 22. Il grande arco di acciaio di colore rosso vivo lungo 55 metri dal peso di 250 tonnellate, illuminato ad arte dava l'impressione di un gigantesco scheletro di dinosauro, bellissimo. Mi ero sistemato sulla riva strategica da dove poterlo vedere arrivare passando sotto il ponte dell'Accademia per passare poi sotto il ponte di Rialto, un tratto lungo, lentissimo, memorabile, un evento storico assistere e partecipare, difficile descrivere le sensazioni le impressioni, tanti i commenti diversi del «prima» e del «dopo» da parte dei miei compagni attenti al suo passaggio.

Nell'attesa ho potuto vedere Canal Grande come non l'avevo mai visto prima: vuoto, nessuna imbarcazione, neanche una gondola, poco illuminato (per non disturbare la manovra della chiatta) nessun volo di gabbiano, l'architettura si specchiava sull'acqua piatta come olio, silenzio assoluto, nessuna ombra umana dietro i balconi sul canale, straordinarie emozioni mi invadevano, pensavo che poteva essere l'occasione per ambientare la storia di un mio film di «fantarchitettura» dovevo pensarla prima, certo un'occasione mancata, sono sicuro che qualcuno ha ripreso tutto, le televisioni certamente, i tanti video-amatori.

Il passaggio sotto il ponte dell'Accademia alle ore 23, sotto Rialto alle 24,30 accolto da un grande applauso indirizzato al manovratore della chiatta, la simulazione aveva previsto che la distanza dalle due rive era di mezzo metro, in alto la distanza era millimetrica, protetta da una camera d'aria in gomma per attutire eventuali urti all'arcata del ponte di Rialto.

Mai nulla di così imponente era passato sotto questo ponte e transitato sul Canal Grande.

Qualcuno lo ha già ribattezzato «ponte dei Sospiri 2» ma certamente l'opera dell'ingegnere scultore Santiago Calatrava, straordinario costruttore di ponti, diventerà un grande richiamo turistico e arricchirà i fortunati veneziani, un progetto «regalato» nel 1996 alla città, altri, prima, sono stati mancati per colpa degli amministratori pubblici: quello di F. Lloyd Wright, di Le Corbusier, di L. Kahn, occasioni straordinarie perdute per tutti noi. E come dimenticare lo stato in cui si trova ora quell'opera straordinaria, il negozio Olivetti in piazza San Marco di Carlo Scarpa? Pensiamoci.

Il «ponte di tutti e di nessuno» dovrebbe entrare in funzione alla fine del 2007, realizzato in tre parti in acciaio. Due laterali lunghe 15 metri, quella centrale lunga 60 metri. La struttura è costituita da 74 «vertebre» tutte diverse l'una dall'altra di colore rosso vivo, il passaggio pedonale di vetro darà la possibilità di osservarne l'ossatura metallica, i parapetti sempre di vetro trasparente.

Il ponte avrà un impianto di illuminazione notturna che nella mente del progettista è stata concepita come elemento fondamentale.

Una volta completato avrà una luce di novanta metri e un'altezza dall'acqua di dieci metri, il costo supera gli 11 milioni di euro.

Contestato fin dall'inizio, la Corte dei Conti ha aperto un'indagine mentre in Comune è stata costituita una commissione d'inchiesta. Come sempre la storia si ripete, ma importante per noi è che esiste e potremo camminarci sopra, passando da una riva all'altra utilizzando per superare un ostacolo naturale, l'acqua, che si antepone alla continuità di una via di comunicazione. Il ponte è una costruzione dell'uomo, il primo ponte fu probabilmente un tronco d'albero caduto per caso fra le due rive di un fiume e quando gli uomini si resero conto della sua utilità, aggiunsero un altro tronco parallelamente in modo da far passare carichi pesanti, fino al «ponte di tutti e di nessuno» di oggi a Venezia. •

Il Ponte di tutti e di nessuno

Piero Brombin

È iniziato il sondaggio per dare un nome al quarto ponte sul Canal Grande a Venezia: Ponte Nuovo, Ponte Rosso, Ponte Santa Lucia, Ponte dei Ladri, Ponte Calatrava e ... altri ancora.



Santiago Calatrava Vales è nato nel 1951 a Benimamet, vicino a Valencia, in Spagna. Ingegnere, architetto, scultore, designer di fama mondiale, Calatrava è conosciuto come l'«architetto dei ponti». In Spagna ne ha costruiti tanti e anche in altre parti del mondo. Tra le sue opere più famose va ascritta la Galleria BCE di Toronto e il ponte a Bilbao. La caratteristica del suo lavoro è il movimento, che pervade tutte le sue opere è lui stesso a dire che la follia ha una parte importante nell'elaborazione del suo lavoro. Ha ricevuto tantissimi riconoscimenti internazionali: in Italia ha ricevuto la laurea *honoris causa* in ingegneria dall'università di Cassino. Nel 1996 è stata allestita una mostra dedicata ai suoi progetti nel Palazzo della Ragione di Padova dove ho avuto l'occasione di conoscerlo. Conservo con cura un suo disegno acquarellato regalatomi in quell'occasione.

Architettura naturale

Costruire sostenibile

Ennio Tosetto

Architetto - Tecnico Bioedile

Delegato ANAB per la Provincia di Vicenza

Lo stato del pianeta terra è oggi percepibile da tutti; segnali dell'evidente alterazione climatica sono riconoscibili con tutta evidenza e il tema della sostenibilità sta diventando patrimonio di una cultura condivisa. Assistiamo a quotidiani pronunciamenti a favore della salvaguardia ambientale e del rispetto per l'ambiente, ai quali non fanno seguito concrete e significative azioni di intervento, soprattutto nel settore edile.

Il campo di azione, per la maggior parte, rimane ancora confinato nell'ambito della letteratura e della sperimentazione e i pochi interventi nel settore dell'edilizia biosostenibile sono realizzati in modo sporadico e pionieristico.

In altri paesi europei, nel nord Europa e nell'area germanica, la coscienza ambientalista ha sviluppato un percorso che ha portato a produrre concreti e avanzati modelli di sostenibilità sia a scala urbana, con numerosi quartieri realizzati in ottica sostenibile (quartiere Kronsberg, pensato e realizzato per ventimila abitanti ad Hannover; quartiere Vauban a Friburgo, insediamento ecologico per 5000 persone), sia a livello di sviluppo di nuove tecnologie per la produzione di energia pulita.

Da circa venti anni in questi paesi si è creato attorno al tema della sostenibilità un circuito virtuoso, che ha portato alla creazione di nuove industrie e di nuovi posti di lavoro sviluppando nuove tecnologie oggi all'avanguardia in Europa.

Ora il tragitto che deve intraprendere il nostro paese per adeguarsi ai livelli europei più significativi è assai arduo, ma comunque i tempi non sono più procrastinabili.

Un primo passo è rappresentato dal decreto legislativo n. 192 dell'agosto 2005 e dalle successive modifiche del dicembre 2006, che recepiscono i contenuti della direttiva europea n. 2002 del 1991 e introducono nel nostro Paese l'obbligo della certificazione energetica, peraltro già prevista dall'art. 30 della legge n. 10 del 1991 sempre disatteso e mai operativo anche a causa della mancata emanazione dei decreti attuativi. Il D.Lgs. n. 192/2005 e il relativo obbligo della certificazione, che attualmente si sostanzia nel rilascio di un attestato delle prestazioni da parte del Direttore dei Lavori, ha prodotto un obbligato risveglio di interesse sui temi del risparmio energetico e della riduzione di CO₂ in atmosfera.

La certificazione è comunque limitata al fabbisogno di energia per il ri-

scaldamento invernale e traslascia il rilevante problema del raffrescamento estivo. L'assenza di considerazioni sul corretto orientamento, la scarsa o scadente coibentazione, la presenza di notevoli superfici vetrate, la mancanza di spazi verdi di filtro rappresentano per i tipi edilizi presenti sul nostro territorio un peso ambientale in termini energetici talvolta più significativo di quello invernale.

Il cambiamento climatico in atto, la limitatezza delle fonti energetiche fossili, l'inquinamento dell'aria e dell'acqua, la perdita della biodiversità e i rischi per la salute sono tutti fattori che mettono in pericolo il nostro ambiente e la permanenza della vita sulla terra.

Il fattore sostenibilità non può quindi essere limitato al solo risparmio di energia per il riscaldamento ma è il frutto di una combinazione equilibrata di più elementi, che devono partire dal progetto con lo studio del territorio privilegiando l'integrazione nel contesto urbano e civico, la topografia, gli accessi, gli affacci, la qualità dell'irraggiamento solare, i venti dominanti, la vegetazione e così via, nell'ottica di ridurre al minimo le operazioni con un impatto alterante sull'ecosistema, sia per le costruzioni all'interno dei contesti in cui prevale la presenza di un sistema naturale sia nei contesti fortemente urbanizzati. La nuova architettura deve essere naturale e l'edilizia prodotta bioecologica; ogni trasformazione del territorio mediante l'attività di costruzione deve avvenire con l'utilizzo di materiali e tecniche riproducibili nel tempo, compatibili con le necessità biologiche dell'essere umano e della natura che lo circonda e a basso contenuto energetico nell'attività di produzione dei materiali, di costruzione e decostruzione degli edifici e di funzionamento delle parti costruite.

Sono i temi del futuro, di un futuro prossimo e attuale perché sempre maggiore è il desiderio di vivere in uno spazio costruito secondo natura.

Dobbiamo bloccare ed invertire un processo pericoloso che ci viene segnalato ormai quotidianamente dai mass media: il mondo, la terra è in forte sofferenza e i segnali che percepiamo ci devono allarmare.

Dobbiamo intervenire con la massima sollecitudine prima che sia troppo tardi, con tecniche che se ben utilizzate danno comfort e benessere a noi e che possono garantire un avvenire alle future generazioni.

Non si tratta solo di ridurre i consumi di energia per il riscaldamento o il raffrescamento attraverso l'uso di energia solare o l'adozione di misure

ANAB

Associazione Nazionale Architettura Bioecologica

Nasce nel 1989, prima Associazione Nazionale del settore, dalla spinta principalmente ideale di un gruppo di professionisti di diverse parti d'Italia accomunati dalla sensibilità per le tematiche ambientali e preoccupati dal progressivo degrado culturale, etico e materiale della loro professione, dalla devastazione inarrestabile del territorio e dalla sempre maggiore pericolosità dei materiali e delle tecniche costruttive utilizzate in edilizia per la salute dell'ambiente e dei suoi abitanti. Le finalità che l'Associazione si è data si fondano sulla convinzione che se la casa è un bisogno primario per l'uomo il costruire, paradossalmente, è diventato una delle attività umane a più alto impatto ambientale. Quindi, se il semplice atto dell'abitare può trasformarsi in un pericolo per la salute, è urgente procedere in almeno tre direzioni:

- qualificazione professionale dei progettisti e degli operatori del ciclo edilizio, per costruire una consapevolezza ecologica del proprio lavoro;

- certificazione e promozione dei metodi costruttivi e dei materiali che rispettano gli esseri viventi e il loro ambiente;

- sensibilizzazione degli utenti della casa sui pericoli insiti nell'attuale modello produttivo del settore edilizio e sulla necessità di modificarne radicalmente gli indirizzi. Per il raggiungimento di queste finalità ANAB opera attraverso attività di definizione di standard di certificazione dei prodotti, di formazione e qualificazione di professionisti e maestranze, di comunicazione, di ricerca, di consulenza e con l'organizzazione di convegni e viaggi studio.

Il CORSO ANAB viene proposto da quasi 20 anni in tutta Italia e affronta in modo articolato il tema del rapporto strettissimo esistente tra architettura, salubrità dei luoghi di abitazione e salvaguardia ambientale ed ora di certificazione energetica ed ambientale. Questi temi sono sempre più centrali nel dibattito culturale, politico e amministrativo e iniziano a produrre anche in Italia i primi segnali operativi. Ora può contare su una capilla-

re rete territoriale di Delegazioni (circa 40) distribuite a livello nazionale.

Formazione di tecnici bioedili

Anche in questo campo bisogna evitare di affidarsi a tecnici sprovveduti, parolai o incerti perché le delusioni potrebbero essere cocenti. Vista l'elevata specializzazione necessaria per la corretta realizzazione di questi edifici secondo criteri di bioecologia, per la loro realizzazione ci si deve rivolgere a tecnici in possesso del diploma di tecnico bioedile. ANAB - Associazione Nazionale per l'Architettura Bioecologica realizza corsi di formazione articolati in due moduli di complessive 200 ore che prevedono lo svolgimento di seminari, attività progettuali, visite guidate presso cantieri con costruzioni bioecosostenibili; dopo tali corsi e previo esame di idoneità viene rilasciato un diploma di Tecnico Bioedile riconosciuto in ambito europeo dalla associazione tedesca IBN, dalla svizzera SIB e dall'austriaca IBO.

Per maggiori informazioni: www.anab.it

di coibentazione e climatizzazione naturale, ma anche di considerare l'energia utilizzata e i costi per la produzione e il trasporto dei materiali, per la realizzazione delle opere e degli edifici, per l'uso del manufatto, per la decostruzione o la demolizione a fine vita. È necessario valutare e definire un «Ecobilancio», quantificare i pesi e l'effetto di un prodotto sulla trasformazione dell'ambiente e stimarne i costi: bilancio economico, bilancio energetico, bilancio bio-umano, aspetti sociali ed economici, costo ecologico della costruzione e carico ambientale ad essa legato.

Si tratta di invertire il cammino e le abitudini maturate soprattutto negli ultimi cinquant'anni e produrre un'architettura bioecologica naturale e sostenibile, che tenga conto dei rapporti globali tra uomo, ambiente abitato ed ambiente naturale, nella costante ricerca di un equilibrio rivolto al perpetuarsi del ciclo vitale (nascita, vita, morte). L'edilizia bioecologica deve produrre una nuova cultura del costruire ad un livello superiore, secondo le regole presenti nella natura e compatibile con la vita, in contrapposizione ad un uso massiccio di materiali derivati della petrolchimica e all'accentuarsi dei fattori inquinanti che ammorbano l'aria quali le polveri sottili e l'elevata concentrazione di ozono.

Dobbiamo essere sempre più coscienti nel considerare che i materiali e i sistemi di costruzione influenzano il clima e il microclima che determina il valore qualitativo abitativo degli edifici e i suoi effetti biologici. Un giusto clima influenza positivamente non solo la produttività per gli ambienti di lavoro ma anche la salute, la soddisfazione e il benessere.

Le tecniche costruttive possono evitare l'introduzione di sostanze tossiche gassose, di odori, di cariche elettrostatiche; di campi elettromagnetici alternati e l'assenza di emissione di gas tossici producono un reale ed ottimale comfort del clima abitativo.

In un ambiente dove è percepibile il comfort abbiamo ad esempio un tasso di umidità relativa ottimale del 45-50%, un riscaldamento a pannelli radianti anziché a convezione, materiali edili e finiture igroscopiche, temperatura dell'aria ambiente sui 19°C, mancanza di disagio olfattivo, apporto di ioni negativi, attenuazione dei campi elettromagnetici, prevalenza di luce diurna.

Il clima ambientale negli edifici è caratterizzato dai fattori climatici e il comfort è determinato dalla composizione dell'aria (polvere, batteri, virus, odori, movimento, ventilazione, diffusione, arieggiamento, pressione atmosferica); dalla temperatura (radiazione e conduzione termica, coibentazione, convezione, temperatura superficiale, temperatura interna-esterna, gradiente termico, riscaldamento, condizionamento, sole, flusso termico); dall'umidità dell'aria e dei materiali, (condensa, isolamento, igroscopicità, diffusione del vapore); dall'elettroclima (campo elettrico omogeneo, campi elettrici alternati, campi magnetici, ionizzazione, cariche statiche).

Un ambiente costruito secondo i criteri della bioedilizia contiene tutti questi vantaggi poiché le caratteristiche dei materiali edili utilizzati consentono: accumulazione, coibenza, compensazione e smorzamento termico; regolazione dell'umidità nell'ambiente, elevato potere igroscopico e conseguente assenza di formazione di acque di condensa; capacità di diffusione e potere traspirante.

L'uso di energia nel campo delle costruzioni

Bisogna cogliere l'opportunità e attuare un diverso approccio per puntare verso l'innovazione anche nel settore dell'edilizia, resistendo alle pressioni di quella parte dell'imprenditoria che ritiene di poter mantenere la propria competitività puntando sulla passiva conservazione delle posizioni acquisite, cercando solamente di ridurre i costi. Il mondo delle costruzioni consuma il 16% dell'acqua potabile; il 16% del legno di foresta; il 40% dell'energia mondiale prodotta ed è responsabile del 70% delle emissioni di ossidi solforici; del 50% delle emissioni di CO₂; del 15% del consumo energetico globale per il raffrescamento di edifici.

Il mercato del raffrescamento è oggi pari a 8 miliardi di euro, entro il 2010 il volume di edifici condizionati si quadruplicherà. Un terzo del consumo energetico viene utilizzato dagli edifici, questo dato ci fa capire

come sia più facile intervenire per risparmiare energia nel settore delle costruzioni e nel recupero degli edifici rispetto ai settori dell'industria e dei trasporti. Gli obiettivi pertanto dovrebbero essere quelli di promuovere il miglioramento delle prestazioni energetiche delle abitazioni tenendo conto delle condizioni locali e climatiche esterne; abbattere le emissioni in atmosfera riducendo le quantità di CO₂ e l'effetto serra; rientrare all'interno dei limiti definiti dal protocollo di Kyoto.

Costruire bene un edificio è importante per l'ambiente e l'ecosistema globale, costruire sostenibile è oggi l'unico modo per vivere in questo pianeta coniugando ambiente, economia e società nell'ottica di soddisfare le esigenze del presente senza compromettere le opportunità delle generazioni future.

Gran parte se non tutta l'edificazione oggi presente e in particolare l'enorme quantità di volume edilizio prodotto in Italia negli ultimi 30 anni – penso alla produzione nel settore della cosiddetta edilizia popolare e agli standard di prefabbricazione rivelatisi un vero disastro costruttivo per quanto riguarda comfort, manutenzione, obsolescenza e costi di manutenzione – ma anche la recente produzione edilizia rappresentata nel Veneto da una ininterrotta teoria di capannoni ad uso artigianale e commerciale in prefabbricato di cemento dovranno nei prossimi decenni essere riprese e riportate ad un livello di sostenibilità edilizia e ambientale. Riquilibrare il mercato immobiliare facendolo diventare sostenibile significa aggredire il grado di inefficienza del patrimonio edilizio esistente; per fermarci al solo fattore energetico penso ai poco sopportabili costi che le famiglie a basso reddito sostengono per riscaldare e raffrescare le proprie residenze. Anche i costi sociali derivanti dalla cura delle malattie causate dall'inquinamento ambientale e le spese per i danni conseguenti alle anomale perturbazioni climatiche come inondazioni, uragani, calure improvvise e devastanti per il settore agricolo, sono da valutare nella stima dei costi ambientali.

Una nuova dimensione ecologica pone attenzione al rapporto tra organismo edilizio e ambiente in termini di uso corretto delle risorse, di bilancio dell'energia durante l'intero ciclo di vita dell'edificio e di controllo delle emissioni. Per contribuire a una reale inversione di tendenza, evitando di promuovere «medaglie» senza valore e prive di contenuti reali, è necessario prevedere un marchio di qualità bioecologica e di certificazione energetica che esprima e dichiari tutti i valori intrinseci ed estrinseci relativi alla sostenibilità e al risparmio energetico contenuti in un processo edilizio. È un salto epocale quello che ci viene richiesto: passare dal concetto del consumo *tout-court* al concetto di una produzione edilizia attenta ai valori ambientali, che dovrà consumare poca energia in tutte le fasi, nei momenti di produzione dei materiali costitutivi il manufatto, nella costruzione, nella gestione ed esercizio, nella dismissione.

La certificazione degli edifici. Un sistema per misurare la sostenibilità

ANAB (Associazione Nazionale Architettura Bioecologica) ha prodotto un sistema in grado di misurare le scelte tecniche che possono produrre un'architettura ecocompatibile. Lavorando su tre livelli-aree tematiche (economico, ecologico, sociale) in un percorso di ricerca sviluppato in Italia ma armonizzato con i principali sistemi internazionali, ha messo a punto un sistema di certificazione, LINEE GUIDA SB 100 SUSTAINABLE BUILDING – 100 azioni per costruire sostenibile, che consente di definire e valutare preventivamente le caratteristiche di una costruzione individuando le azioni più opportune per ottenere il livello di qualità e sostenibilità ambientale desiderato, informando step-by-step sulle scelte opportune da fare. Si tratta di uno strumento utile ed utilizzabile in tutto il percorso di un processo edilizio o territoriale dalla progettazione, alla realizzazione, alla dismissione, per raggiungere due obiettivi: da un lato il risparmio energetico e dall'altro la sostenibilità e la compatibilità del processo con le regole della natura (nascita, crescita, utilizzo, trasformazione, e ancora nascita...) che caratterizzano i materiali naturali e rinnovabili.

Libero come nella parola, non gratuito come la birra

Antonio Tringali

antonio.tringali@alice.it

Open source è l'insieme di condizioni per le quali il codice sorgente di un'applicazione è dotato di una licenza d'utilizzo che lo renda disponibile per tutti gli utenti e liberamente redistribuibile senza costi aggiuntivi. I lavori derivati dall'applicazione, cioè le modifiche ad essa apportate, possono rimanere redistribuibili secondo le stesse condizioni originali senza discriminazioni contro persone, gruppi di persone o campi d'utilizzo. La licenza deve inoltre essere indipendente dalla tecnologia e dal fatto che l'applicazione sia eventualmente distribuita insieme ad altre applicazioni.

La definizione, piuttosto lasca, implica che non ci sia un'unica licenza che si fregi del titolo di open source. Al momento (giugno 2007) l'Open Source Initiative (OSI), un'organizzazione no-profit che si occupa di validare le licenze sottoposte al suo esame, ne riconosce cinquantotto. L'OSI è un po' preoccupato da questa quantità e vorrebbe ridurne il numero.

Spesso e volentieri open source e free software sono utilizzati come sinonimi, ma i due concetti non sono equivalenti. Una licenza free software condivide i punti sopra espressi per l'open source, ma è ancora più restrittiva: la pubblica redistribuzione di un lavoro derivato da una licenza free software deve consentire l'accesso al codice sorgente secondo le stesse condizioni originali. C'è un'altra differenza filosofica: il software «chiuso», cioè del quale non sia disponibile il codice sorgente, è considerato immorale ledendo quelli che sono considerati diritti fondamentali dell'utente. Ad esempio, la possibilità di studiare il funzionamento dell'applicazione e di poterla eseguire in qualsiasi contesto.

Il campione delle licenze free software è la General Public License (GPL), la quale è pensata a difesa dello sviluppatore dell'applicazione oltre che degli utenti. Essa rappresenta un manifesto politico della Free Software Foundation (FSF), che la amministra quale emanazione del progetto GNU. Fondato da Richard Stallman, questo mirava a riprodurre un clone dell'intero sistema operativo UNIX basato su free software. È un manifesto politico in quanto si assimila la libertà di accedere al codice sorgente a quella di parola. Da qui può nascere l'equivoco che «free» sia utilizzato per «gratuito» anziché «libero», essendo la parola inglese ambigua per i due significati. Per rimarcare tale concetto c'è il detto «free as in speech, not as in beer»: libero come nella parola, non gratuito come la birra. L'open source software può essere anche tranquillamente venduto, come del resto il free software. Non è necessariamente gratis (e quindi non è anticommerciale), ma devono essere sempre garantite le libertà previste nelle licenze.

La nascita del software aperto

La condivisione di codice sorgente si può dire sia nata con gli stessi computer: questi infatti erano inizialmente macchinari grossi quanto una stanza e molto costosi. Negli anni '60 le università potevano permettersi per lo più grazie a sovvenzionamenti pubblici e tendevano a condividere anche il software che per essi era sviluppato: provenendo da denaro pubblico, era giusto che fosse a disposizione di tutti.

Lo sviluppo dell'industria del software, cioè la produzione di massa di applicazioni per un mercato sempre più in espansione a partire dalla metà degli anni '70, ha portato a guardare al software come una risorsa strettamente privata, un «asset» fondamentale per aziende il cui prodotto era immateriale, ma altamente remunerativo. Dalle guerre di mercato del Personal Computer dei primi anni '80 emerse come vincitrice Microsoft, soprattutto tramite l'impiego di pratiche monopolistiche, diventando quel mammut che è oggi.



Il logo del progetto GNU e Richard M. Stallman.



Il mito narra che nel 1983 Richard M. Stallman, un brillante programmatore all'Artificial Intelligence Lab del Massachusetts Institute of Technology, vedendosi negare il codice sorgente per una stampante nella quale aveva trovato un bug, diede origine al movimento del free software. Si diede come obiettivo la creazione di un clone del sistema operativo UNIX, considerato lo stato dell'arte per quei tempi, dando origine al movimento GNU. Questo è un acronimo ricorsivo, frutto del folklore informatico, che significa «GNU's not UNIX». Cominciò quindi a raccogliere contributi software da vari sviluppatori e, vedendosi negare il diritto d'uso dei sorgenti per un compilatore del linguaggio C, si adoperò per scriverne uno. Nacque così il GNU C Compiler (GCC); questo acronimo, man mano che tale progetto si arricchiva di nuovi linguaggi, passò poi a significare GNU Compiler Collection.

Agli inizi degli anni '90 al progetto GNU mancava solo la parte centrale del sistema operativo che stava costruendo (il cosiddetto kernel); gli sforzi per crearne uno non erano andati molto avanti. Nel 1991 un brillante studente finlandese, Linus Torvalds, creò la versione 0.01 (circa 12000 linee di codice C) di quello che doveva diventare il kernel Linux. La collaborazione con altri sviluppatori in Internet, che cominciarono a contribuire codice, fece di Linux un fenomeno in crescita esponenziale; non di poco conto fu la decisione di Torvalds di porre Linux sotto licenza GPL.

Nel 1998 Microsoft aveva ormai vinto la guerra per il dominio dei desktop anche su Internet. A spostare il peso sui piatti della bilancia del mercato era stata la decisione di allegare un browser Internet gratuito insieme a Windows 95, Internet Explorer. La compagnia che era stata dominatrice del campo dei browser fino ad allora, Netscape, cominciò rapidamente a perdere quote di mercato. Per non soccombere, Netscape decise di rilasciare il codice sorgente del suo browser con una licenza molto liberale, alla creazione della quale contribuì Eric Steven Raymond, chiamando il progetto risultante Mozilla (era il nome in

codice interno del browser Netscape Navigator). Raymond scrisse poi un brillante articolo, «The cathedral and the bazaar», nel quale paragonava il mondo dello sviluppo software commerciale con codice sorgente chiuso a una cattedrale, mentre lo sviluppo con codice sorgente aperto a un bazaar. In quest'ultimo ogni sviluppatore apporta, in un apparente caos (ma deterministico), il suo contributo.

La massa critica per la creazione del movimento free/open source software fu resa possibile da Internet, la quale annulla le distanze fra le menti più capaci e ne rende possibile la collaborazione. Forse è giusto dire che ciò avvenga quando il mercato cominci a rifornire se stesso, piuttosto che aspettare che una qualche azienda dall'alto si accorga delle sue necessità e le soddisfi senza molte possibilità di scelta da parte degli utenti. Effettivamente molti progetti open source inizialmente nascono come necessità del singolo o gruppo di singoli che «grattano i loro pruriti personali». Non tutti i progetti sicuramente raggiungono il successo di Linux; quelli che lo fanno hanno però in comune una cosa: una gestione del team di sviluppo distribuito particolarmente disciplinata. E in effetti il numero di progetti falliti o abbandonati è superiore al numero di progetti aventi successo, anche perché non tutti sono capaci di creare software funzionante.

Siccome poi il lavoro tende ad essere volontario, gli sviluppatori sono attirati dai progetti più «sexy», come Linux. In altri termini, è difficile trovare gente che si metta a lavorare su un'applicazione gestionale, mentre molti fanno la fila per contribuire al kernel. Alcuni progetti sono gestiti da società commerciali, che pagano degli sviluppatori a tempo pieno; questo è il caso di OpenOffice.org e Sun, nonché buona parte degli stessi sviluppatori di Linux.

Il mondo del software a codice sorgente chiuso si è dovuto adeguare. Fra tutti valga l'esempio di IBM: questa decise nel 1998 di rendere open source Jikes, un compilatore Java sperimentale molto veloce. Entro otto ore dalla pubblicazione dei sorgenti ricevettero delle modifiche migliorative che erano così complesse che dovettero studiarle giorni per capire come funzionavano.

Il resto è storia: nel 2000 IBM annunciò che aveva intenzione di investire un miliardo di dollari in servizi collegati a Linux, investimento più che ripagatosi l'anno dopo. Premiati dal mercato, resero open source altri prodotti: fra tutti, Eclipse (un ambiente integrato di sviluppo scritto in Java) e Cloudscape (un database relazionale scritto in Java, donato ad Apache Software Foundation e rinominato Derby – ora parte della distribuzione ufficiale di Java).

Nel 2005 IBM cambiò definitivamente il proprio modello di affari dopo che uno studio di Gartner Group affermò che nei prossimi anni il 19% del mercato si sarebbe spostato dal software a codice sorgente chiuso al software open source/free software, utilizzando soprattutto a fini infrastrutturali. Di conseguenza IBM renderà open source parte del suo software, parte rimarrà chiuso e parte sarà disponibile gratuitamente, ma con delle limitazioni e privo del codice sorgente. Queste mosse sono piuttosto logiche: il 19% del mer-



Il logo dell'Open Source Initiative e Eric S. Raymond, coniatore del termine «open source».



Linus B. Torvalds, «dittatore benevolo» del kernel Linux.



Il logo del kernel Linux, il pinguino Tux.

cato sarebbe stato perso comunque, quindi se supportassero commercialmente anche solo una minima parte dei clienti per i quali il software è rilasciato gratuitamente comunque recupererebbero l'investimento. IBM crede in ciò e attualmente ha poco meno di mille sviluppatori al lavoro su vari prodotti free/open source software: da Linux a Eclipse, da Apache a Java.

Persino Microsoft si è dovuta adeguare all'onda lunga del FLOSS: molti dei suoi prodotti sono disponibili a costo zero, nel tentativo di non perdere troppe quote di mercato. Mercato che si sta spostando dalla vendita del software come prodotto alla vendita dei servizi collegati al software.

La maggior parte del software è aperto

Per indicare l'insieme del fenomeno open source/free software ci si riferisce spesso ad esso come Free/Libre Open Source Software (FLOSS), termine coniato in Brasile all'World Social Forum di Porto Alegre (è posto l'accento sul «libero»), o anche come Free Open Source Software (FOSS).

Per rinfrescarsi le idee è bene citare qualche esempio di software FLOSS:

- Alle luci della ribalta, Linux sotto licenza GPL. Di per sé non costituisce un sistema operativo completo, ma è solo una parte per quanto fondamentale. È distribuito (e per questo si chiama distribuzione Linux, o distro) insieme ad altro software, buona parte del quale anch'esso GPL, per formare un sistema GNU/Linux (alla FSF piace chiamarlo così).
- Il server Web più diffuso al mondo, nonché il più prestante e affidabile, è Apache; la sua licenza è l'Apache Software Foundation License (open source).
- La suite da ufficio OpenOffice.org, di nuovo sotto licenza GPL.
- Il database relazionale MySQL, che presenta una doppia licenza: se utilizzato in ambito free software è licenziato gratuitamente in GPL, altrimenti ha una licenza commerciale. Si stima che per ogni utente che utilizzi quest'ultima, ci siano almeno mille utenti che lo impieghino gratuitamente.
- Recentemente Sun si è convertita al modello free software rilasciando sotto una propria licenza il suo UNIX Solaris, mentre l'intera piattaforma Java è stata rilasciata sotto GPL (a parte circa il 4% del codice, prodotto da terze parti).

E la lista potrebbe andare avanti a piacere: gran parte dell'infrastruttura dei servizi che costituiscono Internet è basata su FLOSS. La combinazione di progetti è abbastanza comune da denotarla come LAMP (Linux/Apache/MySQL/Perl-PHP-Python), per intendere l'insieme di prodotti che si utilizzano più spesso per la costruzione di siti Internet.

Esempi di servizi di ampio successo basati su LAMP sono Google, che dispone di un numero di computer superiore a centomila (esattamente non si sa, è un segreto commerciale) e Amazon. I siti di Microsoft, come del 15% circa delle compagnie che operano su Internet, sono ospitati su server di Akamai, la quale usa GNU/Linux come sistema operativo.

Microsoft e il resto del mondo

A proposito di Microsoft: essendo monopolista nel mercato desktop, con oltre il 90% dell'installato del parco macchine mondiale, è anche il più grande utente di tecnologie open source. Ad esempio, adotta il modello socket per la comunicazione con i protocolli di rete (TCP/IP). Si pensa che la versione originale di Windows NT (3.1) utilizzasse codice open source con licenza BSD per TCP/IP: tale licenza consente di utilizzare il codice sorgente senza rilasciarlo (non a caso Microsoft è un grosso fan di BSD). Ha licenziato anche il Remote Procedure Call (alla base di tante sue vulnerabilità remote) dal consorzio X/Open.

Microsoft per il resto è storicamente nemica del FLOSS; dovendo venire a patti con il mercato, ha introdotto un modello che chiama shared source, che però rende disponibile il codice sorgente senza che da esso si possano creare lavori derivati. Anzi, è meglio evitarlo del tutto per non rischiare l'accusa di furto di proprietà intellettuale in caso di sviluppo di applicazioni analoghe a quelle distribuite sotto tale licenza.

Bill Gates è figlio di avvocati che lavoravano entrambi per IBM: ha imparato bene la lezione di lavorare con e attorno al sistema legale americano. Tuttavia la dimensione di Microsoft stessa ne fa un bocconcino appetitoso per tutti coloro che vogliano guadagnare sfruttando la legge, piuttosto che ponendo sul mercato un buon prodotto. Da questo punto di vista Microsoft si presenta come un gigante dai piedi d'argilla: con una tale offerta di prodotti è impossibile non violare qualche (dubbio) brevetto.

È così che, nel tentativo di difendersi e contrattaccare, spesso e volentieri le grandi aziende accumulano pool di brevetti da poter eventualmente sfruttare come deterrente. Richiamando i tempi della Guerra Fredda, questo comportamento è noto come Mutually Assured Destruction (acronimo MAD, come follia): se mi attacchi io contrattacco (sempre in tribunale). L'effetto netto è la reciproca distruzione, se non altro economica: gli USA pullulano di avvocati gongolanti per questo tipo di cause.

Nel caso del FLOSS l'arma dei brevetti software è stata utilizzata sventagliandola sotto il naso di Linux. Ma aziende del calibro di IBM si sono poste a difesa dei propri investimenti, minacciando ritorsioni. È stata addirittura costituita una fondazione senza scopo di lucro, la Open Invention Network, la quale è diventata assegnataria dei brevetti posseduti dai soci; essa si erge a difesa e deterrente per la protezione del FLOSS che li implementi. IBM ha contribuito con circa cinquecento brevetti, Novell con quasi tutti i brevetti che possiede (è l'attuale detentrici dei diritti di UNIX).

A proposito di Novell: qualche anno fa acquistò la casa produttrice di una distribuzione Linux, SuSE, molto diffusa in Europa. Ne fece il proprio prodotto di punta, in quanto stava diventando sempre meno rilevante con NetWare (negli anni '80 e i primi dei '90 questo era il re dei sistemi operativi di rete). Recentemente ha deciso di stringere un accordo di collaborazione con Microsoft, arrivando a fondare un centro per migliorare l'interoperabilità con Linux. Dopo un cospicuo pagamento incrociato per licenziare le rispettive tecnologie, qualche centinaio di milioni di dollari e rotti, Microsoft si è incaricata di acquistare dei coupon per i propri clienti che preferissero SuSE, magari virtualizzata su Windows Server 2003 o simmetricamente volessero eseguire Windows Server 2003 su SuSE. Ironicamente, la prossima versione della licenza GPL (la 3, oggetto di discussione pubblica nell'ultimo anno) mira ad eliminare tali patti con il diavolo. E ironicamente, il comportamento di Microsoft è passato da negazionista («il software libero non è un problema ed è irrilevante»), a comparativo («i nostri prodotti sono migliori», campagna *Get the facts*), a distributore Linux! Ricorda molto la massima del Mahatma Gandhi: «Prima ti ignorano. Poi ti deridono. Poi ti combattono. Poi tu vinci».

Si è detto sopra dell'effetto protettivo delle licenze free software soprattutto per gli sviluppatori. Ma l'effetto è simmetrico anche per un'intera azienda. I prodotti di Sun stavano perdendo sempre più rilevanza sul mercato del software mondiale dal flop speculativo della Net Economy del 2001. Con una mossa intelligente, Sun ha protetto i propri investimenti software con la licenza GPL: sebbene sembri controintuitivo, Sun fa i suoi soldi con

l'hardware e i servizi. Il software è quindi considerabile quasi un accessorio: ci si assicura che nessuno lo rubi, in quanto rendendolo aperto chi lo volesse distribuire con modifiche dovrebbe allegare i sorgenti, di fatto perdendo il vantaggio che derivi dal mantenere proprietaria una miglioria.

I fondamenti legali delle licenze FLOSS

Il fatto che un'applicazione sia open source/free software o meno dipende quindi dalla sua licenza: questo è un punto focale. Sebbene possano sembrare solamente bei concetti astratti, collegati ad ideali di libertà ai quali aspirare con occhi sognanti, le licenze FLOSS si basano sugli accordi della Convenzione di Berna del 1886 (e successive edizioni), la quale stabilì i punti fondamentali della nozione di copyright ratificati poi sotto forma di legge dalla maggior parte dei paesi del mondo.

Il copyright prevede i diritti esclusivi di copiare il lavoro da esso protetto, di farne lavori derivati, di distribuirlo, di eseguirlo e di mostrarlo; coloro che ricevano tale prodotto d'ingegno dovrebbero retribuire il detentore del diritto d'autore. Ci sono delle limitazioni a questi diritti, ma su di essi sono sostanzialmente basati le licenze FLOSS, cedendo parte dei diritti di copyright dagli sviluppatori agli utenti. È speranza degli sviluppatori che il ritorno di questo investimento sia altra conoscenza e/o software contribuito da altri sviluppatori, creando un ecosistema autofertilizzante. Uno sviluppatore che distribuisca il proprio lavoro ne concede quindi i diritti di sfruttamento, ma non concede la sua proprietà intellettuale; con un gioco di parole, ciò prende il nome di copyleft («some rights reserved» al posto di «all rights reserved» del normale copyright). La dottrina del copyright prevede anche il concetto di pubblico dominio: qualora un lavoro d'ingegno si trovi in questo ambito d'uso sono persi i diritti originali del suo creatore. Chiunque può farne ciò che vuole senza limitazioni di sorta: ovvero i diritti passano dal singolo al pubblico. Sono esempi di pubblico dominio le suonate di Bach o la Divina Commedia di Dante.

La durata dei diritti di copyright varia da paese a paese; ad esempio, negli USA dura settanta anni dopo la morte dell'autore (i detentori sono i suoi eredi o i successori in interesse), tant'è che non esistono praticamente film o musica moderna che non siano sotto copyright. Anzi, si tende ad estenderlo molto oltre quello che la Convenzione di Berna o la Costituzione Americana consideravano lecito, per via di interessi commerciali del tutto scoperti. Ve lo immaginate Topolino nell'ambito del pubblico dominio? Non a caso la Disney è una dei lobbisti più accaniti per l'estensione del periodo di copyright.

Il FLOSS in ambito commerciale

È una scelta personale l'adozione di una licenza free software piuttosto di una licenza open source: coloro che vogliono che il proprio lavoro non sia cannibalizzato impunemente da un'entità commerciale per ridurre i propri costi di sviluppo scelgono generalmente il primo modello, mentre coloro che si considerino più «liberali» prediligono il secondo. Una licenza quale la GPL non garantisce però automaticamente di essere al riparo da violazioni, per imperizia o malizia da parte delle società commerciali sue utenti; queste possono essere perseguite in tribunale personalmente dagli sviluppatori detentori del copyright. Attualmente la GPL ha retto la prova della corte in paesi quali Germania e Olanda, ma sono sempre più le violazioni accertate in funzione della crescita del numero di prodotti commerciali che utilizzino il free software senza redistribuire i sorgenti.

Non c'è nulla di sbagliato nell'utilizzo dei prodotti FLOSS, anzi si può avere un notevole abbattimento dei costi e un aumento della qualità, purché si giochi secondo le regole. Di conseguenza:

1. Se la licenza è open source «non restrittiva», non è praticamente necessario altro adempimento; si può prendere il prodotto e modificarlo



Il logo di BSD UNIX, il diavoleto Beastie.
A destra, il logo di Mac OS X, l'eleganza fatta sistema operativo.



senza redistribuire il codice sorgente. Ne è un esempio la licenza dell'Apache Software Foundation (Apache) o la licenza Berkeley Software Distribution (BSD). Tutt'al più sarà necessaria una piccola nota che citi che il software a codice sorgente chiuso è basato sul prodotto open source.

2. Se la licenza è free software GPL, è necessario in caso di distribuzione pubblica del software proprietario fornire anche il codice sorgente dell'applicazione che lo utilizzi. Questo è chiamato da molti «effetto virale»: una volta a contatto con il software libero, sempre libero.

3. Se la licenza è Lesser GPL (LGPL) – generalmente utilizzata per le librerie – è prevista la possibilità di link dinamico (ovvero non fa parte dell'applicazione, ma la usa soltanto) senza essere costretti a distribuire i sorgenti se il software è chiuso. In caso di link statico si ricade nel punto (2). Riprendendo brevemente il concetto di «virilità» di una licenza quale la GPL, se utilizzate Windows esorto a leggere un file chiamato EULA.TXT posto nella directory WINDOWS. La virilità della GPL è nulla rispetto alle licenze Microsoft: questa non arriva a possedere il primogenito dell'utente, ma poco ci manca. La versione americana non risponde per eventuali danni che per il costo del software (generalmente non rifondibile nella pratica) o al più cinque dollari Usa, dettando inoltre termini molto restrittivi d'impiego per il proprio computer. Viene da domandarsi chi sia effettivamente il proprietario del computer, se l'utente o Microsoft; fortunatamente la legge italiana non consente alla EULA di essere così restrittiva.

Nella scelta di un tipo di licenza piuttosto che un altro ci si può far guidare dalla numerosa letteratura a riguardo. Ma, volendo stare più tranquilli, si dovrebbe sempre consultare un legale: in ogni caso una licenza non è un contratto. Quest'ultimo implica uno scambio d'obblighi, sia di promesse per promesse sia di future prestazioni per una prestazione o pagamento presente. Costituisce un capitolo alquanto controverso dato che per la Legge italiana, sia per le licenze del software chiuso sia per le licenze FLOSS, buona parte del contratto non esisterebbe dovendo avvenire la cessione della licenza in forma scritta e controfirmata dall'utente (per via della legge sul diritto d'autore).

Conclusioni

Chi vuole far passare il FLOSS come una novità mente: in realtà questo fenomeno ha le sue basi nel metodo scientifico. Infatti per secoli, da quando è stato sviluppato questo modo di pensare che tanto ha contribuito all'avanzamento del sapere umano, gli scienziati hanno poggiato le proprie speculazioni uno sulle scoperte dell'altro («siamo tutti nani sulle spalle di giganti»). Se non ci fosse questa circolazione d'idee la scienza si bloccherebbe: la maggior parte degli scienziati sarebbero costretti a «reinventare la ruota», ognuno per proprio conto, piuttosto che attingere da un *corpus* di conoscenza le fondamenta su cui costruire.

Certo, può sembrare speculazione paragonare il FLOSS alla scienza, ma faccio notare come nel corso della propria carriera professionale relativamente poco di quello che si impara lo insegna la scuola: il resto lo insegna l'esperienza sul campo, osservando e imparando dal lavoro di altri. La segretezza, come in campo scientifico frena lo sviluppo, nel-

l'ambito del software frena l'avanzamento della tecnologia.

Non sostengo che il software chiuso debba essere eliminato, tutt'altro: lavorando in questo settore mi darei la zappa sui piedi. Piuttosto il FLOSS comincia ad avere un suo posto naturale come infrastruttura: è diventato, in altri termini, paragonabile all'acqua o all'aria, risorse che non sono né infinite né sempre di qualità, ma che comunque sono liberamente disponibili per coloro che vogliano costruire basandoci sopra (purché lo sviluppo sia ecosostenibile).

È da considerare quindi l'opportunità offerta dal FLOSS, sia come risparmio sia come qualità dei prodotti: molti di essi sono oramai standard industriali. Il modello di sviluppo aperto e quello chiuso sono destinati a convivere per lungo tempo e, al di là delle motivazioni etiche, sarà meglio giocare secondo le regole previste dalle licenze open source/free software per avere il massimo ritorno sull'investimento.

Un esempio finale, per far riflettere. Apple ha creato il kernel di Mac OS X, Darwin, utilizzando un mix di progetti open source: Mach, FreeBSD, IOKit; ovviamente il risultato è open source. Il resto del sistema impiega moltissimo FLOSS, con licenze GNU, Apache e quant'altro. Le parti che ha lasciato a codice sorgente chiuso è dove il vero valore risiede: la bellissima interfaccia grafica e le applicazioni che su Mac OS X girano. Vende il risultato a 129 dollari o euro, tutto compreso, dimostrando come sia possibile innovare lungo la via facendo leva sul FLOSS, piuttosto che combatterlo.

Riferimenti Web

<http://www.opensource.org>

Il sito dell'Open Source Initiative (OSI), che si occupa di validare le licenze open source; ivi è possibile trovare l'elenco di quelle attualmente riconosciute.

<http://www.fsf.org/>

La Free Software Foundation, paladina delle licenze GPL e LGPL.

<http://www.gnu.org/>

Il progetto GNU, che fa da ombrello a buona parte dei progetti rilasciati sotto GPL/LGPL.

http://en.wikipedia.org/wiki/Richard_Stallman

Una biografia di Richard Stallman, il fondatore della Free Software Foundation.

<http://www.interlex.it/testi/converberna.htm>

Una rapida analisi dei concetti espressi nella Convenzione di Berna.

<http://www.copyrightmyths.org/>

Un sito dedicato a sfatare alcuni miti sul copyright.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Copyleft>

Il concetto di copyleft, che concede all'utente più diritti di quanti ne tolga.

<http://www.microsoft.com/windowsxp/home/eula.mspx>

La End User License Agreement (EULA) di Windows XP Home. Quella di Windows Vista è per certi versi ancora più restrittiva.

http://www.asyd.net/docs/misc/comparing_the_gpl_to_eula.pdf

Un confronto analitico tra le licenze GNU GPL e Microsoft EULA.

<http://www.groklaw.net/article.php?story=20031214210634851>

La GPL è una licenza e non un contratto; questo articolo lo mette bene in chiaro.

<http://gpl-violations.org/>

Questo sito traccia i successi nel perseguire legalmente le violazioni alla licenza GPL.

<http://www.linux.it/GNU/opinioni/donato.shtml>

E in Italia? Il free software a confronto con la normativa sul diritto d'autore.

<http://www.ictlex.net/index.php?p=456>

<http://www.ictlex.net/index.php?p=458>

Una sentenza del Tribunale di Bolzano e le sue conseguenze sul mondo delle licenze software in generale, alla luce della normativa sul diritto d'autore.

<http://producingoss.com/>

Il sito di Karl Fogel, dal quale si può scaricare legalmente (in quanto messo a disposizione dallo stesso autore) il libro della O'Reilly «Producing Open Source Software», che spiega come si fa a gestire un progetto FLOSS. Questo sito ospita anche altri articoli dello stesso autore dedicati all'argomento del free software.

<http://www.apogeeonline.com/openpress/doc/cathedral.html>

«La cattedrale e il bazaar» di Eric Raymond, il primo che ha dato la definizione di open source e fondatore dell'Open Source Initiative.

<http://www.oreilly.com/catalog/opensources/book/toc.html>

Il testo on-line del libro «Open Sources: Voices from the Open Source Revolution» della O'Reilly, che raccoglie saggi di parecchi leader di progetti FLOSS.

<http://www.oreilly.com/openbook/freedom/>

Il testo on-line del libro «Free as in Freedom» della O'Reilly, che traccia la storia del movimento free software e di Richard Stallman in particolare.

<http://www.law.duke.edu/cspd/comics/digital.php>

Un fumetto che spiega in termini molto divertenti le problematiche introdotte negli USA dalla legge sul copyright.

Himalaya

sensazioni ed emozioni

Enzo Cucciniello



Abitazione «antintrusione»

Se senti l'impellente necessità psico-fisica di «dare un taglio» a tutto e a tutti del tuo mondo di sempre, un viaggio in India, in particolare sull'Himalaya, in alto, è la soluzione strategica ideale! Otto ore di aereo con arrivo a Delhi, quindi con il messo più intelligentemente «ergonomico», un taxi, dall'aeroporto ti porta ovunque secondo i tuoi desideri.

Ad esempio un percorso attraverso le città di Shimla, Manali, Vashish, ai piedi dell'Himalaya, all'estremità nord dell'India.

Shimla, un tempo chiamata Shyamala, dal 1971 è la capitale dell'Himachal Pradesh. Si trova a un'altezza sul medio mare di metri 2130; denominata dai britannici «regina delle colline» (la città è attornata da foreste di pino, di deodor e di rododendro), mantiene un'aura coloniale per la presenza di grandi vecchie costruzioni dell'architettura Tudorbethan e neogotica. Il clima è freddo e nevoso durante i mesi invernali, caldo tiepido in estate. La popolazione è molto amabile e rispettosa. Shimla è il centro dell'Healthcare della zona, in quanto ospita un'università medica – Indira Gandhi – e quattro importanti ospedali.

Manali, a 2050 metri sul livello del mare, il nome deriva da Manavalaya, cioè residenza di Manu, il quale, secondo il mito, è stato l'unico superstite del Mahajal Pralay, grande inondazione con l'incarico di generare la razza umana. Manali è ricca di fascino e di bellezza, con la maestosità dell'Himalaya e lo straordinario corso del fiume Beas che l'attraversa.

L'istituto di Manali «Mountaineering» impartisce l'addestramento di base per le arrampicate sulle montagne.

Vashish, villaggio a tre chilometri da Manali, è caratterizzato da polle di acqua calda e solforosa. Per la sua particolare posizione panoramica e tranquillità si consiglia il soggiorno in Vashish presso l'Hotel Haroi che comprende un Keraka Ayur Kehdra per massaggi ayurvedici.

Qualche giorno di indispensabile relax anche per assaporare in tutte le sue manifestazioni l'«odore dell'India» come bene descritto da Pasolini, e poi via verso le vette più alte del mondo. La «strada» percorribile ti fa capire che devi soffrire per ... guadagnarti il paradiso!

Infatti, il termine strada è un eufemismo: si tratta di autentico «sentiero di guerra», di terra sabbiosa e ghiaia grossolana con rare tracce di asfalto. Buche più o meno profonde ti impediscono persino di pensare ai fatti tuoi o di scattare qualche fotografia ricordo. I sobbalzi sono devastanti: il sistema nervoso, già messo a dura prova dalla continua necessità di superare colonne di auto-

mezzi pesanti, cioè i bisonti della strada (caratterizzati da vivacissimi colori e da scritte personalizzate), i quali per mancanza di altri mezzi di trasporto circolano a migliaia sulle strade dell'India. Ogni sorpasso deve essere supportato da un «avemaria» da parte dei passeggeri degli autoveicoli in quanto un eventuale piccolo cedimento del terreno comporterebbe un volo con atterraggio a centinaia di metri di sotto!

Bisogna rammentare al riguardo che il sorpasso di un autotreno è regolamentato da un codice della strada non scritto ma basato su un'espressiva, rumorosa segnaletica acustica dei clacson, nonché da *manate* da parte dell'autista del camion che invita al superamento del suo mezzo, la cui guida è alla destra, ricordo della dominazione britannica.

Il sorpasso delle mandrie di mucche da parte di un mezzo motorizzato è *regolamentato* in quanto è un animale sacro, da cui avanti, adagio, con calma, a destra, a sinistra dell'animale che, finalmente, a seconda del suo *umore*, lascia percorribile la sede stradale.

Il tormentato arrivo in quota ai piedi dell'Himalaya riserva emozioni e sensazioni di particolare intensità, al pari di quelle che si provano davanti ai grattacieli di New York, allo spettacolo di Piazza San Marco a Venezia o dei Miracoli a Pisa e, rimanendo nello straordinario mondo della natura, lo spettacolo del Gran Canyon del Colorado o quello delle Tre Cime di Lavaredo.

Le alte vette dell'Himalaya si presentano imponenti e sembrerebbero a portata di mano: lo spettacolo è da mozzafiato!

Quello che più rimane impresso ed emoziona è la presenza sui pianori di un'umanità multicolore che si agita; sono presenti tutte le razze e i miscugli delle stesse che vivono nella zona dell'Himalaya, con i loro caratteristici animali, in particolare gli yak che somigliano ai mufloni, cavalli, pecore, capre, asini, cani eccetera.

I paludamenti, consistenti in lunghi cappotti di materiale sintetico, sono in vendita esposti alla meno peggio e, ondeggiando al vento, fanno intendere che freddo e pioggia con nevischio sono incombenti ed è saggio provvedere a tempo debito.

I ghiacciai in pendio attirano l'attenzione: sono a disposizione enormi slitte che, trainate verso l'alto del ghiacciaio a braccia da «pseudo sherpa», vengono quindi guidate verso il basso.

Gli amanti dell'avventura approfittano di cavalli sellati per un'escursione panoramica in corrispondenza di dossi lontani. Sempre sui pianori, indispensabile punto di sosta per tutti i mezzi motorizzati in transito, «pseudo-strutture» ricettive, primitive e quindi rudimentali, sono però in grado di soddisfare le diverse esigenze degli escursionisti, in particolare la sete e la fame con un «masala the» e un piatto di riso con verdure e senza alcun sovrapprezzo, pur essendo le zone impervie e lontane dai punti di approvvigionamento.

Particolarmente *colorato* e intraprendente è il venditore di pannocchie di mais abbrustolito, che dovrebbe rappresentare un «rifornimento in corsa» ma solo per chi ha buoni denti, soprattutto gli incisivi superiori.

Questa accozzaglia di razze così variegata e diversamente colorata ti coinvolge; l'atmosfera è particolarmente emozionante, si percepisce la presenza di un'Entità misteriosa, incombente e dominante, quasi un afflato magico, una spiritualità compenetrante il tutto. Improvvisamente la scena cambia, svanisce nel nulla, una densa coltre di nuvole ti riporta con il pensiero nella tua realtà dalla quale stai tentando di scappare!

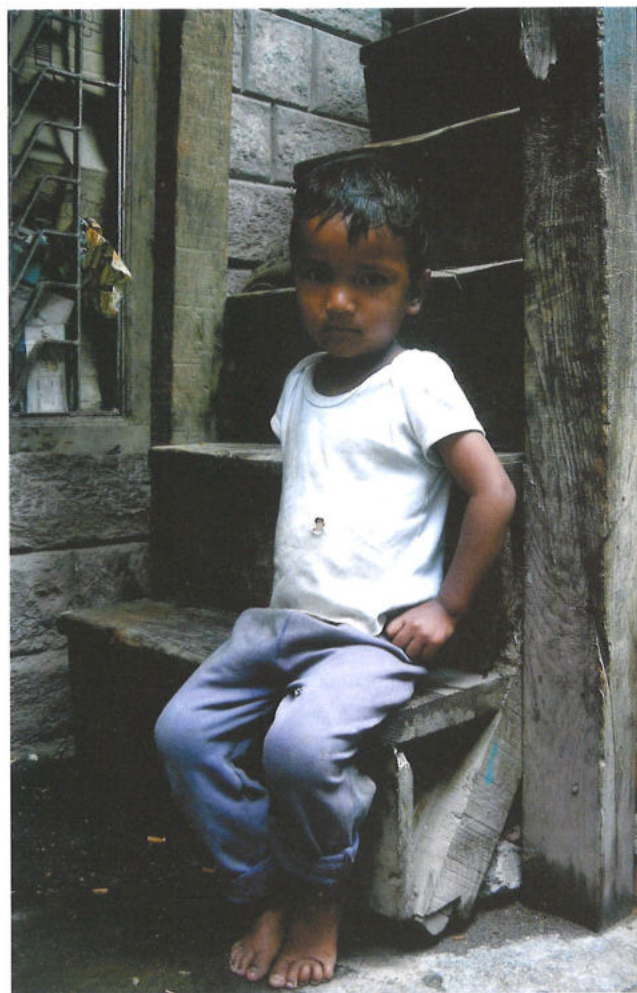
Le voci si attenuano fino a spegnersi del tutto; solo il lamento di capre e pecore denuncia un segno di vita!

Non ti rimane che rassegnarti a tornare verso «il basso», verso la città di Manali, con la soddisfazione e la gioia interiore di aver visto (ma hai visto?) un scenografia unica realizzata da un grande Regista capace di infondere profondi significati mistici. Non si può ritornare mai più sui pianori sotto le alte vette: il ricordo potrebbe alterarsi!

Affascinante, misterioso mondo dell'Himalaya, con la diffusa, abbagliante presenza dello scintillio dei cristalli di quarzo e di mica delle rocce metamorfiche, rese scistose dai lentissimi ma continui movimenti tettonici in miliardi di anni.

Al ritorno nella civiltà del Benessere, ma solo fisico non certo quello dello spirito, quei pianori a quattromila metri di altezza nel cuore dell'Himalaya ti rimarranno dentro per sempre!

La «presenza» che hai percepito in quei luoghi è universale, al di sopra di tutti i «credo», al di sopra di tutte le razze, è l'ultima speranza di pace per l'umanità.



Adottiamo un bambino indiano a distanza ...

«Confessioni di un apprendista stregone»

Anteprima di un libro di prossima pubblicazione

Renzo Lucchiari

Cap. 2. Mio caro amico, ho consacrato tutta la mia vita al culto della musica. Da quarant'anni, da quando emigrai in città, vivo ritirato come uno scoiattolo nella mia tana. Trascorro gran parte del giorno rannicchiato al pianoforte, comprendendo quegli abracadabra musicali che mi consentono di provare emozioni per «l'oscuro operare aritmeticamente dell'anima» (Leibniz). Solo quando tramonta il sole dietro i palazzoni mi stacco dalle sonore carte, scendo lungo la tromba delle scale per scaricare la tensione con lente passeggiate lungo il serpeggiante argine del Bacchiglione. Ogni giorno, da un minimo di sei ore ad un massimo di quindici ore, le ampie e ariose stanze della mia casa risuonano delle organizzazioni fraseologiche del pianoforte a coda, mentre come un apprendista stregone vado elaborando sotto forma di sillogismi la lingua degli incantesimi e degli esorcismi. Mia madre, che tra una faccenda e l'altra non smette di sorvegliarmi dalle stanze attigue, quando interrompo gli esercizi per fumare e per sostare davanti alla finestra aperta che sovrasta i regolari coppi della città, è solita confortarmi con qualche sua intrepida canzonetta. E il mio pensiero involontariamente corre a quelle dolcissime cantilene che lei sotto voce mi sciorinava davanti agli occhi quando ero piccolo, quando ero ancora in fasce e strilavo come un ossesso. Credo sia stata lei ad istillarmi con il suo latte la calda passione per il bel canto. Ma ora che i miei amici, tra cui violinisti e flautiste con amichette poco vestite al seguito, hanno cominciato a disertare le tavole rotonde del mio salotto culturale, proprio da quando la mia nobile moglie scomparve nel cuore della notte, nelle grandi stanze da cui pendono i ritratti della mia antica famiglia è piombato il silenzio. Accanto al caminetto, improvvisamente immalinconito, con la testa tra le nuvole la mia matita esita sui pentagrammi bachiani, che eccito con vaghi cartigli. Da quando mia moglie mi ha abbandonato mangio e dormo da solo come un cardellino in gabbia e mi pare che l'aria mi manchi. Se per caso ti va di fare un giro di ricognizione tra le allegre sagre di paese, indirizza lo sguardo tra le mercanzie esposte sulle bancarelle dei giocattoli, forse su qualche bancone, ancor oggi come una volta, potrai avvistare delle minuscole fi-

sarmoniche rosse con dei microscopici tasti d'avorio. Ti prego, in vista delle ricorrenti festività acquistane una per me, le ipnotiche alternanze dei ritmi potrebbero tornarmi utili nei momenti di scoraggiamento. Allorché raggiunsi la bellezza dei quattro anni, una di quelle fisarmoniche in miniatura ebbi in regalo da mio padre, cantore nel coro della parrocchia del paese. Quando dopo poche settimane di affannose manipolazioni sventrai quel primitivo congegno, la cui occulta meccanica aveva il potere di stregarmi, mio padre, per nulla scoraggiato, ebbe l'ardire di rimpiazzarlo con una classica fisarmonica a ottanta bassi, nera come la pece. Ricordo che lo strumento era così imponente, rispetto alla mia piccola e patetica statura, che quando strascicavo il mantice il dorso del polso sinistro sanguinava come una fontanella. A nulla valsero le bende e i fazzoletti per tamponare quell'ostinata ferita stipulata con la ruvida cassa armonica: ad ogni stratta continuavo a sanguinare come se portassi le stigmate. A undici anni, già levigato da più di una disciplina, con gli occhi ancora invasati dai grandi spazi dell'aperta campagna, con l'orecchio ancora teso al fruscio delle foglie dei pioppi e ai passi sulla ghiaia, coi polmoni ancora inebriati dall'odore acre dell'erba appena tagliata, ebbi l'ardire di entrare in seminario dalla porta principale. Là, pur tra antiche prescrizioni ascetiche, l'insopprimibile bisogno di esprimere a tutti i costi se stessi sempre si combinò con il gioco e la ricerca dell'originalità. Sotto i portici del chiostro, quando negli uggiosi inverni il trascorrere del tempo sembra interminabile, l'insaziabile meraviglia, distolta dalla diretta contemplazione dei paesaggi rurali, veniva bruscamente sublimata negli alambicchi delle astrazioni. Ricordo che, lontano da casa, avvolto dal tabarro piangevo per un nonnulla, per ogni mosca che mi ronzasse attorno. Ma nell'affermazione di sé tale era l'entusiasmo che iniettavo in ogni libera improvvisazione, che ogni brano che strappavo alla fantasia musicale pareva costituire lo sviluppo di una bizzarra esclamazione, e non il carattere processuale e prevedibile di un ordinato discorso. Imparai prestissimo a suonare il pianoforte durante le ore di ricreazione. Ma nonostante gli esercizi spirituali m'intruppassero, quando improvvisavo ero ben lontano dallo

sfoderare gli stilemi musicali di una memoria collettiva ben stagionata, l'efficacia di una memoria che sprigionasse una grammatica del desiderio ben stratificata da secoli e secoli di ambiziose apprensioni. Ero ben lontano dall'escogitare, attraverso la manipolazione dei meccanismi analogici e il gioco serrato delle condensazioni simboliche, quei paradigmi che erogassero risultati costanti e cogenti, frutto maturo della contaminazione dei processi cognitivi con le funzioni psichiche, frutto delle nozze chimiche tra i nuclei esperienziali con i modelli desunti dalle scienze esatte. Affondando nel crogiuolo degli stili, solo di recente mi persuasi come le intuizioni responsabili della riproduzione delle rappresentazioni potevano consapevolmente essere ricondotte, comodamente, senza troppi dispendi di energia, sotto le leggi d'associazione, di compensazione e di accomodamento tra i vuoti e i pieni, così come abbondantemente mi suggeriva Mozart. Le interminabili sonate della mia giovane età risentivano invece dell'influenza degli espedienti giocosi e delle suggestioni del mio piccolo mondo antico. Quando notai sul rigo musicale la presenza trasfigurata del gioco del calcio, delle parabole del tiro con l'arco, le arrampicate sugli alberi per raccogliere le ciliegie, le corse con la fionda, le sieste per respirare e le triangolazioni sul biliardo, la metrica del cuculo e la retorica del gallo, grande fu lo sconcerto nell'accorgermi che le sensazioni emotive si succedevano nella corrente dei moti dell'animo senza un incipit, un centro, una conclusione finale che coronasse la sequela di note. La gioia per il contenuto di ogni pezzo musicale era però autentica. Senza riserve, effervescente era il mio dare credito ai fantasmi e ai personaggi da cortile che mi venivano incontro in un'atmosfera surreale e totalizzante. Non avevo però imparato a sottomettere le tessere sparse del pensiero musicale al concetto di insieme, al tutto più forte delle singole parti; non avevo ancora imparato ad accettare il senso della misura, di limite, di struttura, di forma, di simmetria. Il mio pletorico improvvisare ignorava l'ordine, il soccorso dei criteri tassonomici, pronti a ristabilire l'equilibrio tra i fili dell'ordito, a intrecciarli con l'olimpica e serena razionalità di una sintassi ben macerata tra le battute, ma non ancora corrotta da un uso

dissennato e predatorio. Un demone mi sobilava a ribellarmi istintivamente alle ferree condizioni a cui erano obbligate le regole generatrici del sapere. Il demone di Marsia s'aggravava tra i campi irridendo i suffragati paradigmi di regolarità e di costanza, araldi di una luminosa e orgogliosa umanità che occhieggiava dalle ville palladiane. Approdai come un piccolo selvaggio ai baluardi della civiltà le cui mura mi venivano offerte senza quelle scale e quelle impalcature programmatiche che dovrebbe fornire la scuola dell'obbligo. Fino ai dieci anni cercai inutilmente tra le mie conoscenze quel carisma che conduce l'allievo all'adorazione del maestro attraverso una galleria di interminabili immedesimazioni. Nonostante variassero le condizioni dell'ambiente, rimasi in cor mio un battagliero autodidatta per tutta la vita, fedele a quelle istruzioni per l'uso elargite a piene mani da mio nonno e da mio padre e dai miei zii, in modo poco cerimonioso ma affabile. I loro proverbi e le loro massime rimasero a lungo nella mia memoria come le rovine di un tempio dorico affacciato sulle risonanti sponde del glauco mare. In seguito, fattomi grandicello, con la prima peluria da collegiale contestai con riottoso puntiglio i pungoli che provenivano da più parti, gli esempi canonici con cui una tradizione si fortifica. Squadra e compasso rappresentavano ai miei occhi una sorta di costrizione all'organizzazione dei contenuti spirituali, un cilicio o una sorta di camicia di forza imposta al mio libero estro creativo, impaziente di emanciparsi e di spezzare le catene di una timorata cultura che sapeva di sacrestia. Intendevo affrontare da solo, scalzo e disarmato i carri armati della grande storia. Ora, completamente rinsavito dalla lunga esperienza, verificando «la crescita dell'effetto, che si ripete ogni volta, fin dal momento della sua causazione» (C. Stumpf, *Psicologia e metafisica*, Ponte alle Grazie, Firenze 1992, p. 109), lavoro con soddisfazione, danzando attorno alle mie opere rischiarate da un'armonia nascosta, figlia del conoscere naturale e madre di quello artificiale. Dall'alba al tramonto annoto sui taccuini le condizioni sulla base delle quali un determinato effetto consegua, e non solo quello. «Quando la mela è matura convien che caschi» borbotta tra me e me. Perciò accordo, cancello, vergo per intere settimane; abbozzo, sbreccio, smusso, cesello, levigo, arroto senza requie, finché ottengo nell'ordine del tempo quello che esattamente voglio. La non comune mania mi rende magro come un chiodo, talvolta ombroso come uno spauracchio. Un tal procedere trasognato sul mio squinternato Ronzinante mi consuma come una candela votiva. Per quanto sia poca cosa, il sobrio risultato mi ricrea lo spirito come

un distillato, ideale da sorseggiare dopo il pranzo domenicale tra i propri cari; mi conforta e torna sempre gradito come un carezzevole massaggio sulla schiena, o come un toccasana dopo le fatiche della giornata. La maggior parte del tempo se ne va così in sperimentazioni tra tocchi e rintocchi di campane, scimiettando i colombi che vivono d'aria come i gigli dei campi. Allora, nel bel tempo che fu, non mi accorgevo che sventatamente consumavo la mia fresca intelligenza non su poderosi manuali d'armonia ma con frattaglie, scarabocchi, invenzioni dadaistiche, con trappole per topi e con sciocchezze varie. Ma non fu tutto tempo sprecato. Ancor oggi, da onnivoro, di tanto in tanto frugo nella spazzatura dei rotocalchi sperando di estrarre da qualche cilindro un leprotto. Allora, quando avevo sedici anni, correva il sessantotto iconoclastico che spopolava i collegi religiosi e animava di voci chiasose e di barbuti operai le aule universitarie. Fin dalla giovinezza il mio spirito fu ribelle alle voci magniloquenti che si alzavano dai capipopolo, come del resto rimango tuttora autonomo, dispettoso nei confronti di quel mondo del lavoro che livella, pialla e addomestica i suoi soggetti. La mia guerra dovevo invece combatterla da solo fino in fondo, senza un esercito di retroguardia alle spalle, rovistando anche tra i truogoli e seminando il panico nelle sale da ballo. Ai sbandierati luoghi comuni della propaganda, collaudata da teorie e pratiche subliminali, preferivo aristocraticamente annegarmi in ciò che per gli scocciatori di turno sembrava delle tempeste in un bicchiere d'acqua. Eppure avvertivo intuitivamente, con un entusiasmo e una certezza infallibile, che quello che mettevo confusamente in mostra erano le stesse, seppur aggrovigliate, complessissime cose che scopersi più tardi, ma ridotte a cadaveri dalle chirurgiche teorie esplicative, e da una tiritera interminabile di gelide, nude e crude dimostrazioni. Avevo l'impellenza di verificare da me, innaffiando da solo le mie magre pianticine esposte ai quattro venti. Non ero il tipo da chiedere le consulenze con il cappello in mano. Quei pochi ma generosi maestri di musica che mi presero sotto la loro ala sempre mi considerarono un loro allievo, un figlio da educare; ma un allievo troppo irregolare, bisognoso di troppe attenzioni per assicurargli con la gorgiera una rapida carriera. Ora, più approfondisco i materiali scolastici più aumenta la seriosità dei miei giudizi. Le mie affermazioni non hanno nulla di clamoroso: sono il frutto di un umile lavoro, non di un lavoro da gregario ma di un paziente lavoro da certosino. Così mi pare. Avanzo anch'io come tanti lavoratori con il mio giogo sotto il sole, lieve o pesante purchessia, me lo so-

no volentieri caricato sulle spalle, mentre si accrescono i bonari inviti alla prudenza e le sollecitazioni alla moderazione da parte degli amici che incontro di straforo all'uscita dai congressi internazionali. Ma tra loro non trovo nessuno che mi salva dalla nostalgia per un indomito passato, sprezzantemente condotto a testa alta, controcorrente, all'arma bianca. Ho nostalgia delle capriole dell'intelletto, della pungente ironia tra quattro gatti in calore, del grottesco sarcasmo dell'autodidatta di genio, quale si pretendeva da me da parte di certi cenacoli di disperati che immaginavo rintanati in qualche topaia della città. Una cosa sola sapevo con felice sicurezza: trovavo vero ristoro soltanto nella grande musica classica, ascoltata al giradischi, reperita in quei «padelloni» in vinile della Fabbri editrice, o in quelle ingiallite partiture, trafugate dai dimenticatoio delle ville venete quando ancora indossavo la cotta di chierichetto, e da me eseguite sulle tastiere dell'organo Callido, dietro le transenne della monumentale chiesa del Settecento del paese dov'ero stato battezzato. Avevo nove anni quando nelle afose estati la chiesa era lasciata completamente vuota per le mie funamboliche esibizioni, per le mie acrobazie di dilettante allo sbaraglio. Ma tra quelle sacre e possenti mura trovavo pace e quiete, rifugio e consolazione, liberazione, espansione ed esaltazione degli inesplorati stati di coscienza che reprimevo quando non potevo respirare all'aria aperta la profondità del cielo, o contemplare il lento trascorrere delle nubi con le spalle sprofondate nel folto dell'erba del vigneto. Molto più tardi, dopo spacconate seguite da cocenti delusioni, dopo molti calendari strappati, avviandomi seriamente allo studio della filosofia, imparai a rimuginare per settimane e settimane, a dubitare delle mie pretese eccessive, a mantenere il riserbo sulle febbri sconosciute che tanto preoccupavano mia madre. Imparai a mie spese a domare la melanconia con «uno studio matto e disperatissimo». Le pagine del mio diario e miei versi poetici sono diventati meno petulanti e più intimi. Guardo bene dove mettere i piedi. Evito di fare irruzione nelle assemblee del Pedrocchi come se fossi un elefante in un negozio di porcellane. Pur continuando nel mio esser polemicamente contro i matusalemme e le autorità istituite, poco a poco addestrai il mio temperamento sanguigno a non rompere troppe uova nel paniere ai politici e ai baroni universitari. Mi apprestavo a vivere tranquillo e ritirato, prudentemente lontano dai covi di vipere. Mi studiai per trasformare come le api l'immediatezza e la pienezza che turba, i giochi dell'immaginazione vagabonda e le seduzioni dell'*apeiron*, in poche vagliate ma ben coordi-

nate certezze. Dopo interminabili andirivieni tra la cattedra e la scrivania, tra i ricercari sul pianoforte e la riflessione silenziosa sui fatti, ora posso finalmente riposare il capo sul guanciale prima di cadere consolato tra le braccia di Morfeo. Non soffro più di insonnia, che fu così devastante per la mia salute. Non mi fa più paura pensare alla signora Morte. Dopo due infarti sono abituato e pronto a parlare a tutte le ore con i morti. Già fin d'ora vivo come un morto, seppellito tra pile di libri. Ho abbandonato alle ortiche i clusters à la Bartok per abbracciare i linguaggi compassati dell'arte neoclassica. La musica cosiddetta impegnata, prodotta nel corso dell'ultimo quarto di secolo, se vuole sopravvivere alla trascuratezza e tornare a risplendere, epica e vitale come una volta, deve uscire dai ghetti in cui volontariamente si è cacciata come una Cenerentola, cancellando ad ogni piè sospinto le tracce del proprio discorsivo rendersi conto: deve farsi portavoce di una «massa parlante» (F. Saussure). A noi non basterà ricapitolare le tappe della sua evoluzione, dimenticando che tra continuità e trasformazioni s'impongono alla nostra attenzione le imprescindibili condizioni statiche delle nostre accelerazioni estetiche, unitamente al nostro sentirci protagonisti in prima persona di una storia universale che deve passare attraverso le nostre vene, per trasformarci in veri artisti, per i compiti epocali che ci aspettano. Abbiamo bisogno solo di premurose vestali che ci sollecitino a non disperdere le energie su troppi tavolini verdi, e che ci invitino a comprendere sempre meglio il Bene, quel punto «ve s'appunta ogni dove ed ogni quando» (Dante Alighieri), quell'«ora e sempre» della contemplazione estatica in cui si manifesta l'Essere in senso eminente, supremo. Dobbiamo convogliare il valore del nostro lavoro su questi terreni competitivi, che valgono in proporzione a quello che hanno saputo produrre in cinquemila anni di storia. Deve cessare la nefasta dicotomia tra conservazione e innovazione; dobbiamo riattivare i profondi pozzi a cui un'umanità itinerante ha da sempre attinto per dissetarci lungo i suoi pellegrinaggi sotto le stelle. Mai come prima d'ora la storia delle nostre economie si è fatta storia così mondiale, così globale, così planetaria da oscurare la nostra nazione. Siamo misteriosamente fatti l'un per l'altro, fascicolati fin dalla nascita in un libro in cui si compiace con il paesaggio tutto il creato, postulante un principio d'ordine che spetta alla nostra responsabilità realizzare con i nostri miti, marcando il territorio con alleanze strategiche, sempre più «lodando e collaudando» (A. Zanzotto) un pensiero relazionale, che ha i suoi nidi d'aquila e le sue casematte in un'idea di Europa mediatrice tra i più disparati mondi.

Renzo Lucchiari vive e lavora a Padova dove esplica l'attività di professore di filosofia, di saggista, di compositore di musica e poeta. Si è laureato con Dino Formaggio ottenendo il massimo dei voti e la lode. Si è poi perfezionato in composizione musicale con S. Chierighin, W. Dalla Vecchia, B. Coltro e F. Donatoni. Ha pubblicato «Alfabeto», «Un largo raccontare in forma di teatro», «Ritratti melanconici», «Il temperamatite. Raccolta di poesie», oltre a saggi e poesie in riviste specializzate.

Certificazione energetica degli edifici

Rispettiamo le regole



A cura del Gruppo Impianti

della Federazione degli Ordini degli Ingegneri del Veneto

Com'è noto il DLGS 192/05 introduce, in modo articolato e sul quale non ci si sofferma in questa sede, obblighi inerenti la certificazione energetica degli edifici. Il DLGS 192/05 rimanda a decreti attuativi, o alla legislazione regionale e delle province autonome, la definizione «dei requisiti professionali e dei criteri di accreditamento per assicurare la qualificazione e l'indipendenza degli esperti e degli organismi a cui affidare la certificazione energetica».

Nelle more dell'emanazione dei decreti sulle modalità di certificazione la legge sostituisce a tutti gli effetti l'attestato di «certificazione energetica» con l'attestato di «qualificazione energetica».

Quest'ultimo può essere rilasciato dal professionista qualificato che deve possedere i requisiti professionali previsti per l'esercizio della professione e quindi l'iscrizione all'ordine o al collegio professionale.

Alcuni «soggetti» pubblici e privati si sono attivati avviando procedure di certificazione e liste di certificatori.

Si vuole precisare che allo stato attuale, nella Regione del Veneto, l'eventuale certificazione emessa da un qualsiasi organismo non ha valore legale. Ciò significa per esempio che nel caso di compravendita il venditore deve dotarsi comunque di un attestato di qualificazione energetica rilasciato da un professionista qualificato.

Indipendentemente dalla legge si vuole comunque rimarcare che per la credibilità e il successo del sistema di certificazione è necessario, oltre al possesso di adeguate competenze professionali, rispettare il principio di indipendenza e imparzialità dei soggetti certificatori.

Il primo principio impone che l'arbitro non può fare l'allenatore, che il controllore deve essere distinto dal controllato. Anche lo svolgimento di attività di consulenza o di formazione verso i soggetti coinvolti con la progettazione e realizzazione dell'edificio rappresenta una violazione del principio di imparzialità. Un soggetto «certificatore» non può tra l'altro disporre di elenchi di progettisti e/o imprese più o meno raccomandate.

A maggior ragione non possono essere accettate iniziative che prevedono il coinvolgimento di aziende che operano nella commercializzazione di componenti destinati a essere incorporati negli edifici, quali, ad esempio, materiali isolanti o componenti di impianti di climatizzazione. Sarebbe comprensibile in questo caso sospettare che dietro l'attività di certificazione si nascondano iniziative commerciali. È legittimo sviluppare gli interessi economici ma in una sana economia di mercato deve prevalere la trasparenza e il rispetto delle regole.

Non si vuole dubitare dei criteri di progettazione e realizzazione che vengono ultimamente proposti. È indubbio però che esistono anche criteri di progettazione diversi, quelli tra l'altro insegnati nelle Università, che consentono di conseguire ottimi risultati non solo sotto il profilo del risparmio energetico ma anche, come richiesto dall'Europa, sotto il profilo dell'efficienza (fare di più con meno).

La progettazione va ispirata a un approccio razionale e integrato. Occorre valutare quantitativamente (e sulla base di norme ufficiali), i benefici delle scelte progettuali da un lato e dall'altro vanno analizzati gli effetti delle stesse non solo sui consumi del riscaldamento ambientale ma anche, tra l'altro, su quelli dell'illuminazione e della climatizzazione estiva. Senza trascurare, è ovvio, il comfort ambientale.

Lasciamo alle «norme tecniche ufficiali» e ai certificatori indipendenti il giudizio. •



Collegio degli Ingegneri di Padova

in collaborazione con



Organizzano un incontro sul tema

**LA PROGETTAZIONE DI IMPIANTI DI
RIVELAZIONE INCENDIO
SECONDO UNI 9795
E DECRETI MINISTERIALI AD ESSI CORRELATI
NUOVO D.M. 09/05/2007**

Martedì 23 ottobre 2007

ore 17.30

c/o sala convegni in Piazza Salvemini, 2 Padova

Data la prevedibile affluenza,
è necessario prenotare la propria partecipazione
presso la Segreteria del Collegio degli Ingegneri di Padova
telefonicamente 049/87.56.160,
tramite fax 049/87.56.160,
per mail segreteria@collegioingegneripadova.it
o sul sito www.collegioingegneripadova.it

Gli anni di Galileo a Padova Parte prima

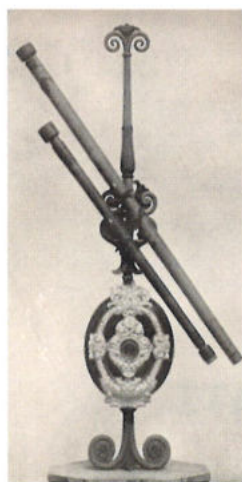
Lamberto Bertoli



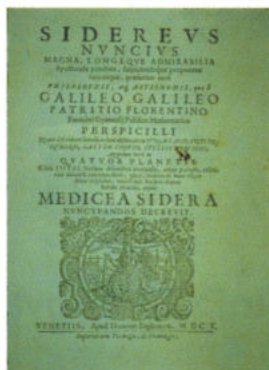
Luigi Sabatelli, «Galileo mostra il suo telescopio al Doge di Venezia». Soffitto della Tribuna di Galileo, Museo di Storia della Scienza di Firenze.



Compasso per uso militare.



Telescopio. Copia di uno degli strumenti originali di Galileo (Firenze, Museo di Storia della Scienza).



Frontespizi del «Sidereus Nuncius» e del «Dialogo sopra i massimi sistemi».



Tutte le immagini sono tratte dalla Rete.

Galileo trascorse a Padova gli anni più lieti e proficui della sua vita, nonostante le pressioni di carattere economico che a più riprese provenivano dalla sua famiglia costringendolo a disperdere una parte preziosa del suo tempo in lezioni private e a sacrificare così la ricerca scientifica.

Padova, dopo le vicende della vita comunale, era stata sottoposta per un secolo alla signoria dei Carraresi, che terminò nel 1405 passando a Venezia cui fu fedele anche nei tristi anni della lega di Cambrai. Dopo la pace di Cateau Cambrésis, la Repubblica di San Marco era l'unico stato italiano veramente indipendente e Padova ne divenne la seconda città per importanza e censo. La vittoria di Lepanto del 1571 aveva consacrato il prestigio internazionale della Serenissima, nonostante che essa non fosse stata in grado di risarcirle la perdita di Cipro. Le grandi ricchezze accumulate coi commerci, la saggia amministrazione pubblica e la sagacia della sua diplomazia, permettevano alla Repubblica di ignorare la grave crisi economica in cui venivano travolti gli altri stati italiani e mantenere intatto lo splendore della vita pubblica e privata.

Poteva così fiorire la più elegante e raffinata vita sociale offrendo allo sviluppo culturale una piena autonomia e sicurezza.

Fu così che proprio Venezia diventò l'erede dei frutti maturi del Rinascimento italiano e in essa l'arte si sfumò fino a diventare parte della vita stessa, mentre il realismo della mentalità dominante confluì nel pensiero scientifico che trovò in essa lo sviluppo e il necessario consenso. Per questi motivi, dal Veneto la cultura italiana continuò a esercitare per lungo tempo sull'Europa il suo fascino di una vita piena e profondamente umana.

Attraverso i rapporti economici la Serenissima aveva creato una forza d'attrazione su tutto il continente europeo e sulle rive della laguna giungevano innumerevoli ospiti oltre ai primi turisti che portavano i nuovi fermenti delle idee affioranti nell'inquieta ricerca degli uomini del '500.

Padova era una ricca e popolosa città della Repubblica, centro di industrie e di commerci posta alla confluenza delle strade che portavano dalle Alpi alla laguna e nel Rinascimento era rifiorita di una nuova varietà di palazzi ispirati all'eleganza del capoluogo.

Libera dalle responsabilità del governo e lieta delle sue autonomie, la città era un centro di vita cortese e cavalleresca, in cui gli aristocratici erano disciplinati da un'educazione fisicamente vigorosa orientata all'arte militare.

Vi erano scuole di ballo, di musica, di equitazione e i giovani si esercitavano nel maneggio delle armi, per cui la città patavina divenne la meta dei giovani nobili d'Europa che vi soggiornavano per apprendere le arti italiane.

La sua fama internazionale era tuttavia legata principalmente allo Studio, fondato dal Comune nel 1222 e che nel Rinascimento era cresciuto per prestigio e numero di allievi grazie alle cure del governo veneto.

Lo Studio fu favorito dal senso di ospitalità della popolazione, ma soprattutto dallo spirito di tolleranza che fin dal periodo più aspro delle lotte religiose avevano fatto, per deliberato proposito del governo, di esso una cittadella del sapere superiore alle contese culturali.

A questa capacità di accoglienza corrispondeva da parte delle autorità il rispetto della scienza, che rendevano agevole l'insegnamento e aperta la ricerca affrancandola dai legami con la tradizione.

Il Gualdo a questo proposito scrisse che: «Tu non potresti trovare alcun'altra accademia in cui la pace, nutrice delle muse, inviti a sé, senza differenza i dotti. Qui non v'è alcuno che indiscretamente spii la vita dei forestieri, ma gente d'ogni terra ha in Padova piena libertà di vita secondo i propri costumi e insieme sicura integrità di vita».

Si era così formata nell'Università patavina fin dal primo Rinascimento una spregiudicata corrente di pensiero di impronta averroista che aveva nel campo filosofico il suo massimo esponente nel Pomponazzi.

Nel 1545 era stato fondato l'orto botanico, oggi patrimonio dell'Unesco, ove avveniva la *lectura simplicium*, e per la prima volta Andreas Vesal confutava l'anatomia di Galeno che, assieme ad Aristotele era stato la massima autorità scientifica del mondo antico.

A Gerolamo Fabrizio d'Acquapendente, suo primo discepolo, si deve la fondazione dell'Istituto clinico del 1578 e soprattutto la costruzione del primo teatro anatomico del 1583 su disegno di Paolo Sarpi. In questa Università, proprio per lo spirito di libertà che lo circondava, era quindi sorta la più importante scuola di medicina del '500, anche se l'indirizzo empirista non entrava ancora in pieno contrasto coi principi dell'aristotelismo dominante.

Galileo era diventato nel 1589 titolare della cattedra di matematica nello studio pisano, grazie all'appoggio del marchese Guidobaldo Del Monte, col quale era in corrispondenza fin dai pri-

mi studi da lui compiuti sulle opere di Archimede. La matematica, nell'enciclopedia della Scolastica, era una disciplina particolare, e proprio per questo considerata di secondaria importanza. Di conseguenza anche lo stipendio era all'estremo della sopravvivenza con soli 60 scudi l'anno, diminuiti per giunta delle appuntature, ossia del compenso delle lezioni anche involontariamente mancate.

Nel 1591 moriva il padre Vincenzo e restavano perciò a suo carico la madre, il fratello Michelangelo, le sorelle Elena e Livia, mentre la maggiore Virginia esigeva l'adempimento delle promesse dotali essendosi sposata con Benedetto Landucci.

Lo studio pisano non offriva alcuna possibilità di miglioramento e a Padova da anni era vacante la cattedra di matematica che era già stata di Giuseppe Moletti, cui non era ancora stato trovato un degno successore. Per interessamento del marchese Del Monte e di suo fratello, il cardinale Francesco presso amici veneziani, la maggioranza del Consiglio veneziano scelse Galileo come titolare della cattedra, preferendolo a Giordano Bruno, che nel frattempo era sceso a Padova e Venezia offrendo la sua disponibilità a succedere al Moletti. Fu così che il 26 settembre del 1592 fu emanato il decreto di nomina di Galileo alla lettura di matematica in Padova, con lo stipendio di 180 fiorini l'anno, cosicché questi, dopo aver ottenuto la licenza del Granduca di Toscana, si trasferiva nella nuova sede che doveva diventare, come profetava il collega pisano Mercuriale, «il proprio domicilio del suo ingegno».

Già circondato dalla simpatia e dall'attesa fiduciosa dei suoi protettori, il 7 dicembre 1592 Galileo recitava con grande successo la sua prolusione iniziando dopo sei giorni il suo corso, con due lezioni alla settimana alle quattro del pomeriggio, per consentire agli studenti di diritto e medicina di ascoltarle. La fama della sua abilità didattica e l'acutezza del suo insegnamento accrebbero presto il numero di uditori, anche se le lezioni si limitavano al commento delle opere di Euclide, della sfera del Sacrobosco e alla spiegazione dell'Almagesto di Tolomeo.

Galileo, pur non staccandosi dalle forme dell'insegnamento tradizionale, non trascurava di segnalare le opinioni contrarie dimostrandosi così più disponibile di altri colleghi all'accoglimento delle nuove idee che hanno caratterizzato lo spirito del tardo Rinascimento.

Il Nostro infatti non poteva infrangere la tradizione accademica su cui si era formata la fama internazionale dello Studio, anche perché in un periodo di crisi profonda del pensiero era necessario evitare rotture coi lettori più conosciuti, come Cesare Cremonini, aristotelico ortodosso considerato dai suoi contemporanei 'l'onore dell'Università padovana'.

Galileo, per quanto già a quel tempo si fosse distaccato dalle concezioni aristoteliche sul moto, era in rapporti affabili coi colleghi e con lo stesso Cremonini, il cui stipendio annuo era di ben 2000 fiorini, massimo fra tutti i docenti dello Studio.

Fuori dalle aule dell'Università i lettori avevano dei luoghi di ritrovo nella libreria di Francesco Bolletta come pure in quella di Pietro Paolo Tiozzi ai portici alti o alla Farmacia all'Angelo, sulle cui mura erano state allineate due lunghe panche per comodità degli ospiti.

Fu in questi luoghi che Galileo si legò di stretta simpatia con l'Acquapendente, che era affine a lui per indirizzo di pensiero, ma è soprattutto nella casa di Giovanni Vincenzo Pinelli che ebbe modo di conoscere la classe colta della città e intrattenersi in dotte conversazioni con gli altri illustri ospiti. Pinelli, napoletano di nascita, era un mecenate di vivo ingegno proveniente da una famiglia genovese, giunto in gioventù a Padova per intraprendervi gli studi legali. Innamoratosi della città e delle libertà che essa offriva agli studi, vi si era trasferito e aveva fatto della sua casa un vivo centro di cultura e di scambio di idee, non per facile ambizione, ma per vivo amore del sapere.

Pinelli era in corrispondenza coi migliori eruditi del suo tempo, fra cui Giuliano de' Medici, Andrea Morosini, il Gassendi, Guidobaldo Dal Monte, e molti altri ancora. La ricchezza paterna gli consentiva una liberale ospitalità ed era salito a meritata fama tra gli uomini di cultura del suo tempo per aver aperto ai giovani le porte della sua biblioteca ricca di edizioni rare. Nelle sale del suo palazzo, situato presso la basilica del Santo, convenivano non solo gli aristocratici patavini, ma anche gli stranieri che si onoravano di essere da lui ricevuti. Nel suo salotto trovavano ospitalità Torquato Tasso, il Sarpi, Giacomo Alvise Cornaro, Paolo Gualdo e molti altri lettori dello Studio che venivano accolti assieme ai loro migliori allievi.

Galileo fu presentato al Pinelli con una credenziale di Guidobaldo Del Monte e questo gli aperse la via delle amicizie veneziane su cui contava per il suo avvenire come Antonio Quirini, Paolo Sarpi, Sebastiano Venier, Leonardo Giustiniani, Giacomo Barozzi. Nessuna di queste amicizie, per quanto generose e sincere fu tuttavia più profonda di quella di Giovan Francesco Sagredo, che in seguito diventerà uno dei protagonisti del *Dialogo dei Massimi Sistemi*. Venezia divenne così la meta di allegre gite di cui era organizzatore Girolamo Magagnati, ma anche l'occasione di frequentare l'Arsenale, che a quel tempo era il più attrezzato organismo tecnico d'Italia e forse del mondo.

L'Arsenale era una stupefacente organizzazione in cui continuamente venivano poste in opera nuove macchine e strumenti offrendo agli studiosi di meccanica un campo di osservazioni, grazie anche alla perizia delle sue maestranze che raccoglievano un'eredità secolare di perfezionamenti nel campo navale.

Venezia, proprio grazie al suo Arsenale possedeva già nel '400 la marina più forte del mondo e solo in seguito il suo primato fu temporaneamente insidiato dai Turchi. Proprio la necessità di contrastare l'avanzata di questi ultimi aveva favorito lo sviluppo di nuove tecnologie che avevano fatto emergere a Venezia una classe di tecnici di altissimo livello che costituivano una categoria di studiosi molto attenti alle nuove scoperte nel campo della matematica e della fisica applicata. Fu così che l'Arsenale fu in grado di realizzare le prime corazzate dei tempi moderni, quelle imponenti caracche lunghe ben 70 metri che ebbero un ruolo determinante nella vittoria veneziana di Lepanto. Esse, per la loro mole, erano meno maneggevoli delle altre navi da guerra e proprio per questo gli avversari non si preoccuparono troppo di questa minaccia fino a quando il loro fuoco d'artiglieria non cominciò a scompaginare la flotta, più numerosa per navi e uomini. Il successo militare di Lepanto fece comprendere non solo che la marina Turca non era più invincibile, ma anche confermò l'idea che la tecnologia poteva avere un ruolo determinante nel successo di uno scontro navale.

Fu per questo motivo che le innovazioni tecniche dell'Arsenale costituivano un segreto di stato, e la frequentazione di Galileo conferma la stima e la fiducia in cui era tenuto dal governo veneziano.

Uno dei problemi che né l'empiria né la teoria erano in grado di risolvere era proprio il moto dei proiettili, la cui dottrina era necessaria per prevederne la traiettoria consentendo così una maggiore efficacia delle artiglierie.

Aristotele aveva fornito risposte qualitative nella sua dottrina del moto, che costituiva il punto debole della sua poderosa opera scientifica.

La teoria del moto è in realtà uno dei capitoli più difficili della Fisica, e ha richiesto quasi 2000 anni prima che Galileo nel 1609 ne esprimesse la prima formulazione corretta.

Aristotele riteneva che esistessero due moti, quello naturale e quello violento, come per esempio quello impresso da un arciero ad un proiettile. La freccia cadeva di moto naturale verso il suolo, mentre l'aria ne manteneva per un certo tempo il moto orizzontale.

Questa interpretazione venne studiata per secoli e incontrò fin dall'antichità numerose critiche, a differenza delle teorie biologiche di Aristotele che rimasero insuperate fino all'avvento del microscopio.

Già nel VI secolo Giovanni Filopono aveva attribuito il proseguo della corsa di un proiettile all'impeto, cioè ad una forza impressa che durante il moto si esauriva a causa delle resistenze passive. Per comprendere la cinematica era tuttavia necessario introdurre due nuovi concetti sconosciuti all'antichità, quali il principio di inerzia e la relatività del moto. Fu proprio la teoria copernicana, che negli anni padovani fu abbracciata da Galileo, a consentire la scoperta di questi principi. Essi infatti erano necessari per spiegare il motivo per cui la traiettoria di un proiettile è indipendente dalla sua direzione, nonostante che esso partecipi del movimento della Terra che procede da Ovest verso Est. Inoltre era indispensabile ammettere che il moto è un concetto relativo e non assoluto per spiegare il motivo per cui non ci accorgiamo della velocità con cui la Terra ruota intorno al Sole e attorno a se stessa.

Fu così che la rivoluzione copernicana, generalmente considerata a quel tempo una mera ipotesi dagli studiosi, poteva essere difesa solo approfondendone le premesse fisiche, consentendo così la scoperta del principio di inerzia assieme al concetto di sistema meccanico.

(Continua al prossimo numero)

Marcatura CE dei prefabbricati

Riccardo Schvarcz

Dallo scorso 1° giugno è partito l'obbligo della marcatura CE per una tipologia di manufatti prefabbricati in calcestruzzo, gli «elementi strutturali». A partire da questa data ed entro il 1° maggio 2008 la marcatura CE diventa progressivamente obbligatoria per le famiglie di prodotti di cui alla tabella 1.

Tabella 1

Titolo	Prodotti	Inizio marcatura CE obbligatoria	
EN 12794	Prodotti prefabbricati di calcestruzzo	Pali di fondazione	01/01/2008
EN 12843	Prodotti prefabbricati di calcestruzzo	Antenne e pali	01/09/2007
EN 13224:2004/AC:2005	Prodotti prefabbricati di calcestruzzo	Elementi nervati per solai	01/09/2007
EN 13225	Prodotti prefabbricati di calcestruzzo	Elementi strutturali lineari	01/09/2007
EN 13693	Prodotti prefabbricati di calcestruzzo	Elementi speciali per coperture	01/06/2007
EN 1168	Prodotti prefabbricati di calcestruzzo	Lastre alveolari	01/03/2008
EN 13747	Prodotti prefabbricati di calcestruzzo	Lastre per solai	01/05/2008
EN 13978-1	Prodotti prefabbricati di calcestruzzo	Garage prefabbricati in calcestruzzo	01/03/2008

Parte 1: requisiti per garage di calcestruzzo armato realizzati con elementi monolitici o composti da elementi singoli a tutta dimensione

L'obbligatorietà di questa certificazione, richiesta dalla normativa UE che fissa i requisiti minimi in tema di sicurezza e salute degli utilizzatori, consente la libera circolazione delle merci nei paesi membri.

La marcatura CE indica che i prodotti consentano alle opere in cui sono utilizzati, se adeguatamente progettate e costruite, di soddisfare i requisiti iniziali, quindi:

- Resistenza meccanica e di stabilità;
- Sicurezza in caso di incendio;
- Igiene, salute e ambiente;
- Sicurezza di utilizzazione;
- Protezione contro il rumore;
- Risparmio energetico e isolamento termico.

Il produttore di elementi prefabbricati deve passare attraverso tre fasi iniziali:

1. **Prove iniziali di tipo (ITT/ITC)** che sono l'esecuzione di una serie di prove/calcoli per la determinazione delle caratteristiche del prodotto, indicate nell'Annex ZA della norma armonizzata, da dichiarare in etichetta, la quale dovrà essere affissa sul prodotto, sull'imballo o sui documenti commerciali di accompagnamento (art. 3, comma 2, DPR n° 499/97);

2. **Controllo di produzione di fabbrica:** controllo interno permanente della produzione esercitato dal fabbricante per misurare il permanere delle caratteristiche dichiarate in tutti i prodotti;

3. **Verifica di conformità da Organismo notificato:** Enti abilitati dai Ministeri Competenti per le norme sui prefabbricati strutturali attraverso delle ispezioni sul campo presso il produttore, esaminano gli ITT e verificano il controllo di produzione che il produttore ha implementato e reso attivo, e in caso di esito positivo, rilasciano il Certificato di Controllo di Produzione di Fabbrica (FPC) e il numero di certificato FPC deve essere inserito nell'etichetta di marcatura CE.

Indipendentemente dall'esito di tale accertamento o in caso di esito negativo, i prodotti sforniti della marcatura CE o dell'attestato di conformità così come definiti rispettivamente negli articoli 5 e 6 del DPR 246/1993 devono essere immediatamente ritirati dal commercio e non possono essere incorporati o installati in edifici.

Il DPR 246/1993 menzionato è il Decreto del Presidente della Repubblica che ha recepito la Direttiva 89/106 CPD che armonizza le diverse norme nazionali, fissa i requisiti essenziali, cerca i presupposti per i quali i materiali possono circolare liberamente sul mercato europeo.

Da tutto ciò diventa essenziale il ruolo del Direttore dei Lavori, responsabilizzato ulteriormente dal Testo Unitario (DM 14/09/2005) il cui termine previsto per la transitorietà scade il 31 dicembre 2007. Infatti, il Testo Unitario fa obbligo al Direttore dei Lavori di annotare gli estremi della certificazione, di conservare copia del certificato e di rifiutare prodotti senza marcatura CE. Il ruolo del Direttore dei Lavori, se attento ed efficace, determina e sviluppa la qualità nell'ambito del sistema complessivo delle costruzioni, influisce positivamente ad elevare la cultura degli operatori coinvolti: dal produttore al costruttore e al progettista, fino all'utente finale del bene edilizio. •

Riccardo Schvarcz, nato a Padova nel 1967, si è laureato a Padova in Ingegneria Civile nel 1990. Ha maturato esperienza nell'ambito della prefabbricazione, nel calcolo delle strutture, direzioni lavori civile e industriale, progettazione architettonica. Attualmente è libero professionista con studio a Padova, collabora con ICMQ Spa di Milano (Istituto di Certificazione Marchio di Qualità) come Ispettore Coordinatore a livello nazionale.

La valutazione delle alternative tecnologiche

Un caso pratico

Claudio Cuba
claudio.cuba@studio360.it

Scopo

Sia che si operi in qualità di consulenti, sia che si operi per proprio conto nell'ambito della propria attività imprenditoriale o manageriale, la scelta tra le alternative tecnologiche rappresenta sempre un problema notevole. L'incompletezza delle informazioni disponibili prima della normale fruizione di un bene o servizio impedisce che la scelta operata abbia un esito positivo o, quanto meno, che si dimostri «migliore» di un'alternativa considerata. La scelta va condotta tenendo nella dovuta e, possibilmente, misurabile considerazione, sia l'aspetto economico, che quello prestazionale, che altri aspetti ritenuti importanti.

Premessa metodologica

Prima di avviare la procedura di scelta tra le alternative tecnologiche è necessario avere ben chiaro che il costo della scelta C_s deve essere molto minore del risparmio R_p possibile tra le differenti scelte in gioco, comprendendo in queste anche l'utilità delle stesse, o quanto meno che sia una quota percentuale predefinita «C», ossia:

$$C_s \ll R_p \quad \text{oppure:} \quad C_s = c \times R_p$$

«C» dipende dall'importanza che il decisore attribuisce alla scelta; è comunque un valore empiricamente oggettivamente accettabile per «C» il valore di $0,10 \div 0,15$. In alternativa al risparmio R_p possibile tra le differenti scelte in gioco, che potrebbe essere difficile stimare a priori, si può anche utilizzare il valore IP previsto a budget dell'investimento, diventando quindi la formula:

$$C_s = c \times IP$$

In generale, i fattori che influiscono sul coefficiente «c» sono principalmente:

- costi interni: impegno delle risorse dipendenti (personale coinvolto, infrastrutture ecc.)

- costi esterni: impegno di risorse consulenziali, viaggi di studio ecc.)

È ovvio che vanno tenute in considerazione entrambe queste categorie di costo. Pertanto risulta chiaro, a titolo d'esempio, che per acquistare un computer del valore di 800 euro non si indice una riunione di due ore con un dirigente e due impiegati, del costo di circa 450 euro complessivamente.

Fase di impostazione del metodo di scelta

Per poter operare una scelta corretta è necessario:

- identificare i parametri di scelta P_i : parametri legati al costo, parametri legati alle prestazioni e altri parametri quali ad esempio vicinanza del fornitore ecc.,

- assegnare a ciascuno dei parametri P_i un peso p_i e una valutazione v_i ; I valori che si suggerisce possano assumere p_i e v_i sono i seguenti:

$$0 \leq p_i \leq 1; \sum p_i = 1$$

$$0 \leq v_i \leq 10$$

Per ciascuno degli «n» parametri P_i viene quindi effettuata una moltiplicazione tra peso e valutazione, ossia:

$$P_i = p_i \times v_i, \quad i = 1, \dots, n$$

Per ciascuno degli «m» possibili fornitori è quindi possibile trovare un indice di valutazione generale della fornitura, calcolato come somma dei vari P_{mi} :

$$\text{fornitore 1:} \quad \sum_i P_{1i} = W_1$$

...

$$\text{fornitore m:} \quad \sum_i P_{mi} = W_m$$

Il fornitore prescelto dovrebbe essere teoricamente chi ha ottenuto il massimo punteggio, ossia:

$$\text{Vincitore} = \max_i \{ W_i \}, \quad i = 1, \dots, m$$

Attribuzione dei valori dei parametri scelti

Anche per l'attribuzione dei valori suddetti possono essere definite delle strategie e metodologie particolari; la più semplice, per il parametro prezzo, può essere data dal mettere in una scala di decisioni gli importi, assegnando ad esempio il valore 0 al più alto e 10 al più basso e assegnando in proporzione gli altri punteggi. Possono essere elaborate altre strategie di attribuzione dei punteggi, anche più complicate e non lineari.

Calcolo e feedback

La struttura delle formule sopra riportate può facilmente essere riportata in un foglio elettronico e può quindi essere avviato il calcolo e le simulazioni. L'aspetto del foglio risulterà del seguente tipo:

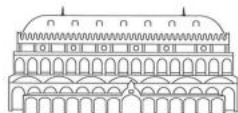
peso	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,05	0,05	0,1	1
giudizio	prezzo hw	prezzo assoluto	rapporto specifico	dimensione estesa	competenza tecnologica	vicinanza	impressione generale	valutazione generale	
fornitore 1	9	9	9	9	7	7	9	7,85	
fornitore 2	9	9	9	10	7	7	9	7,75	
fornitore 3	4	9	9	10	9	9	6	6,94	
fornitore 4	6	9	5	9	9	9	6	6,8	
fornitore 5	1	1	1	3	4	4	4	2,45	
fornitore 6	8	8	9	9	7	7	9	7,6	
valore finale (VOR X PESO)									
fornitore 1	1,8	1,8	0,9	0,9	0,7	0,5	0,9	7,85	
fornitore 2	1,8	1,8	0,9	1	0,7	0,5	0,9	7,75	
fornitore 3	0,8	1,8	0,9	1	0,9	0,5	0,6	6,94	
fornitore 4	1,2	1,8	0,5	0,7	0,9	0,5	0,6	6,8	
fornitore 5	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,4	2,45	
fornitore 6	1,6	1,6	0,9	0,9	0,7	0,5	0,9	7,6	

In sé il metodo risulta sicuramente molto semplice, ma ciò che è importante è avviare una serie di simulazioni che permettano, magari all'interno di un processo di tipo «brainstorming», di individuare la scelta più corretta e di evidenziare eventuali criticità. Il tutto al fine di scovare la combinazione migliore, applicando quindi un parziale meccanismo di feedback della scelta. Il testo del presente articolo e alcuni esempi possono essere trovati all'indirizzo www.metrologia.it/articoli.

Conclusioni

Il metodo esposto è frutto dell'esperienza e del suo utilizzo in campo consulenziale. Seppur molto semplice è però potente e funzionale, e permette senza troppe complicazioni di evidenziare le scelte migliori o quelle peggiori.

È un ausilio alle decisioni e spesso può risultare in accordo con la «sensazione» generale. Altre volte può servire per dare peso ed evidenza a una decisione piuttosto che a un'altra, in un contesto dialettico, in cui più decisori non sono in grado di trovare un accordo nelle scelte. •



Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Padova

la Bacheca del Collegio

A cura di Pierantonio Barizza



GRUPPI

• Ambiente

Promotori: ing. F. Squarcina
gruppoambiente@collegioingegneripadova.it

• Acustica

Promotore: ing. P. Caporello
gruppoacustica@collegioingegneripadova.it

• Arte20

Promotore: arch. M.B. Ravagnan
gruppoarte20@collegioingegneripadova.it

• Economico Estimativo

Promotore: ing. G. Marella
gruppoeconomico@collegioingegneripadova.it

• Edilizia

Promotore: ing. F. Pedrocchio
gruppoedilizia@collegioingegneripadova.it

• Elettrico

Promotore: ing. F. Spolaore
gruppoelettrico@collegioingegneripadova.it

• Elettronico

Promotore: ing. Igino Mason
gruppoelettronico@collegioingegneripadova.it

• Geotecnico

Promotore: ing. P. Varagnolo
gruppogetecnico@collegioingegneripadova.it/co

• Idraulico

Promotore: ing. S. Orio
gruppoidrraulico@collegioingegneripadova.it

• Informatico

Promotore: ing. P. Foletto
gruppoinformatico@collegioingegneripadova.it

• Prevenzione Incendi

Promotore: ing. P. Valerio
gruppoprevenzioneincendi@collegioingegneripadova.it

• Urbanistica Pianificazione

Promotore: ing. P. Boschetto
gruppourbanistica@collegioingegneripadova.it

• Strutture

Promotore: ing. P. Barizza
gruppostrutture@collegioingegneripadova.it

• Termotecnico

Promotore: ing. M. Sanfilippo
gruppotermotecnico@collegioingegneripadova.it

• Redazione di «Galileo»

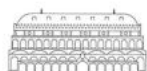
Direttore: prof. ing. E. Siviero
Codirettore: ing. P. Boschetto

PER ADESIONI E INFORMAZIONI SULLE INIZIATIVE PROGRAMMATE RIVOLGERSI ALLA SEGRETERIA

Collegio degli Ingegneri della Provincia di Padova

Piazza G. Salvemini 2, 35131 Padova • telefono e fax 0498756160 • e-mail segreteria@collegioingegneripadova.it
www.collegioingegneripadova.it

Orario di Segreteria: dal lunedì al giovedì 14.30 - 19.30 - venerdì 09.00 - 13.00



Ordine Ingegneri
Provincia di Padova



Federazione Ordini
Ingegneri Veneto



Collegio Ingegneri
Provincia di Padova



Dipartimento Fisica Tecnica
Università di Padova



DCA
Università IUAV di Venezia

INIZIATIVE DI FORMAZIONE

IL CALCOLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO PER LA CERTIFICAZIONE DEI NUOVI EDIFICI

L'APPROCCIO INTEGRATO - D.LGS. 192/05 - D.LGS. 311/06

III Corso

10 lezioni settimanali dalle 17.00 alle 20.00 con inizio il 15 gennaio 2008

Auditorium dell'Ordine degli Ingegneri di Padova - Piazza G. Salvemini 2, 35131 Padova

PROGETTAZIONE DI EDIFICI AD ELEVATA EFFICIENZA ENERGETICA D.LGS. 192/05 E D.LGS. 311/06

21 lezioni settimanali, tutti i mercoledì dalle 17.00 alle 20.00 con inizio il 23 gennaio 2008
Auditorium dell'Ordine degli Ingegneri di Padova - Piazza G. Salvemini 2, 35131 Padova

Per informazioni e iscrizioni: www.collegioingegneripadova.it

Soluzioni di Durabilità



CLASSE DI ESPOSIZIONE	XC	Corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XD	Corrosione delle armature indotta dai cloruri
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XS	CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DAI CLORURI DELL'ACQUA DI MARE
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XA	Attacco chimico
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XF	Attacco dei cicli gelo/disgelo



Calcestruzzi
Italcementi Group

A world class local business

Direzione di zona Veneto Friuli
Via Pierobon, 1
35010 Limena (PD)
Tel. 049 8840644
Fax 049 768522

www.calcestruzzi.it



S
P
A

PREFABBRICAZIONE DAL 1943

Capannoni industriali, artigianali, commerciali ed agricoli. Coperture piane a doppia pendenza, shed.
Cisterne cilindriche e quadrangolari per vino, acqua ed impianti di depurazione



SEDE E UFFICI

VIA ROMA, 46 - 35014 FONTANIVA (PD) - TEL. 0495 942 011 R.A. - FAX 0495 941 555

<http://www.nicovelo.it> - E-mail: info@veloprefabbricati.com

